PHYSIKALSKE MEDDELELSER

ved

Adam Arndtsen,
Universitets-Stipendiat i Physik og Candidatus medicinæ.

Efter Foranstaltning af det akademiske Collegium

udgivne

af

Dr. Christopher Hansteen.

Universitets-Program for 2det Semester 1858.

CHRISTIANIA.

Trykt hos Brøgger & Christie.

1858.

Forerindring.

Ved Norges Adskillelse fra Danmark fandtes de hos Magistraterne opbevarede Normaler for Vægt og Maal i en særdeles slet Tilstand. Man fandt det fornødent at foretage en Revision af det hele System. Som Medlem af en i denne Henseende nedsat Commission udarbeidede jeg et Forslag til Bestemmelsen af Eenhederne for Maal og Vægt, hvilket senere blev lovbestemt. Originalerne for Vægt-Eenhederne, saavelsom de hos Magistraterne deponerede Normaler med alle deres Underafdelinger, bleve af mig regulerede; Originalen til Længdemaalet, en Scala af Staal af tre Norske Fods Længde med Underafdelinger, blev efter den af mig opgivne Længde i Franske Linier af den duelige Hamburgske Mechaniker Repsold tagne af en nøiagtig Copie af den Franske Toise du Perou, og de Normaler, der skulde deponeres hos Magistraterne, copieret efter denne. Reguleringen af Original-Potten og af de øvrige Huulmaal overtog afdøde Professor Jac. Keyser.

Men man fandt det nødvendigt at oprette en Opsynscommission, til at føre Tilsyn med Forfærdigelsen af Copier af alle disse Størrelser, for at Systemet ej i Tidens Længde atter skulde forfalde i Uorden, og hertil bestemtes Lærerne i den anvendte Mathematik og i Physik. Efter Keysers Død overtog Prof. Langberg hans Functioner. Ved den senere stærkt tiltagende Brændeviins-Tilvirkning vare Brændeviinsprøvere nødvendige, og tillige et Tilsyn med disses nøjagtige Construction. Regjeringens Departement for det Indre fandt det passende, at paalægge den ovenomtalte Opsynscommission dette Hverv, og da dette laae nærmest under Physikens Omraade, tilfaldt det Professor Langbergs Omsorg. Dette gav ham Anledning til den følgende Undersøgelse, som, i Betragtning af den derpaa anvendte Flid og Skarpsindighed ved de forskjellige Forsøg, fortjener at opbevares. Men da den ved Forfatterens Død fandtes ufuldendt, har hans Assistent ved det physiske Cabinet, Candidat Arndtsen, af hans efterladte Observationsbøger udfyldt det Manglende.

De følgende magnetiske Undersøgelser, udførte i Göttingen af Hr. Stipendiat Arndtsen under den af Magnetismen fortjente Professor Webers Veiledning, ere ligesaa interessante, som de vidne om Forfatterens gode Forkundskaber og Skarpsindighed.

Hansteen.

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Indhold.

Jeg opfylder herved en kjær Pligt, idet jeg offentliggjør min forhenværende høit agtede Lærers, afdøde Professor Langbergs sidste Arbeide, nemlig en Undersøgelse over den Indflydelse, som de saakaldte Capillaritetsphænomener have paa Areometerets og specielt Alkoholometerets Angivelser. Denne Undersøgelse var allerede for en stor Deel færdig i Sommeren 1856, saa at Forfatteren i det da afholdte Naturforskermøde i Christiania holdt et Foredrag over samme. I den paafølgende Høst fortsattes Arbeidet saa vidt, at det var saagodtsom fuldt færdigt inden Forfatterens Død; — jeg veed rigtignok, at han endnu vilde have udført et Par Forsøgsrækker til yderligere Bekræftelse af den opstillede Hypothese, — og jeg havde haabet at kunne udføre disse; men da deels mine egne Studier have optaget og endnu optage al min Tid, og da derhos Arbeidet i sin nærværende Form og Udstrækning danner et fuldstændigt afsluttet Heelt, tager jeg ikke i Betænkning at offentliggjøre det som det er. Afhandlingen hidrører derfor i sin Heelhed fra Forfatteren selv; — selv Manuscriptet var færdigt med Undtagelse af et Par Blade mod Slutningen, som jeg imidlertid med Lethed kunde udfylde efter de i Observationsbogen forefundne nøiagtige Optegnelser; naar jeg hertil føier nogle faa Maalninger af Skaladelenes Længde paa de undersøgte Instrumenter, saa er det det Hele, hvad jeg har gjort.

Hvad angaaer mine egne Afhandlinger, kunde man maaskee finde, at de i enkelte Dele ere behandlede noget udførligere end strikte nødvendigt for videnskabelige Arbeider af denne Art; dette er imidlertid skeet med Overlæg i det Haab, at de derved med mere Nytte kunne læses af Universitetets Studerende.

A. Arndtsen.

OM CAPILLARITETENS INDFLYDELSE PAA AREOMETERETS ANGIVELSER

af

Chr. Langberg.

Om Capillaritetens Indflydelse paa Areometerets Angivelser

af

Chr. Langberg.

Skala-Areometeret er, som bekjendt, i sin simpleste Form et cylinderisk, oven og neden tilsmeltet, huult Rør af Glas eller Metal, som i den underste Ende betynges med en Ballast af Qvægsølv eller Hagl, for at det skal kunne svømme i en Vædske i vertikal Stilling. I Glasrørets øverste Deel er indvendig anbragt en Papirskala, som tjener til at bestemme, hvor dybt Instrumentet synker i forskjellige Vædsker, for deraf at udlede deres Tæthed eller specifike Vægt, da to Vædskers Tæthed forholder sig omvendt som det Volum af Instrumentet, der i begge synker under Vædskens Overflade. Da den specifike Vægt af en Blanding af to Vædsker eller af en Vædske og et i samme opløst fast Legeme afhænger af Forholdet mellem Blandingsdelene, saa tjener ogsaa Areometeret til at bestemme dette Blandingsforhold, og benævnes da et Procentareometer.

Det simpleste Skalaareometer er Gay-Lussacs Volumeter, hvis Skala er saaledes indrettet, at den direkte angiver, hvormange Volumina af en given Vædske veie ligesaa meget som 100 Volumina reent Vand. Skalaen til et saadant Instrument inddeles paa følgende Maade. Før Glasrøret tilsmeltes i den øvre Ende, skyder man en i lige, men vilkaarlige, Dele inddeelt provisorisk Papirskala ind i samme. Man bringer nu saa mange Blykorn og lidt Segllak eller Vox ned i Instrumentet, til det synker i reent, destilleret Vand til den nedre Deel af Halsen eller den cylinderiske Stilk, om det er bestemt til Vædsker lettere end Vand, eller til nær den øvre Ende, om det er bestemt for Vædsker tungere end Vand. Dernæst bereder man sig en Vædske af en bekjendt Tæthed, t. Ex. for det første Tilfælde af 0.8; da Volumet af de nedsænkede Dele forholde sig omvendt som Tæthederne, saa er

$$100 : v = 0.8 : 1, \text{ altsaa } v = 100 : 0.8 = 125.$$

Man bemærker det Punkt af Skalaen, hvortil Areometeret sank i den sidste Vædske; derpaa tager man den provisoriske Skala ud, tager en Papirstrimmel nøiagtig af samme Vægt, og afsætter paa denne de to fundne Punkter, af hvilke det første betegnes med 100, det sidste med 125.

Afstanden mellem begge deles nu i 25 lige Dele, og disse fortsættes fremdeles opad. Denne Skala skydes nu ind i Roret og befæstes med lidt Segllak, som i Forveien er anbragt ved Papirets Hjorner, ligesom ogsaa de i Instrumentets nedre Ende forhen indbragte Blykorn og Vox- eller Lakstykker ved Ophedning sammensmeltes og befæstes. Nu tilsmeltes Rorets aabne Ende, og man drager Omsorg for, at hele Instrumentets Vægt er forblevet noiagtig uforandret.

For at Instrumentet skal være rigtigt, forudsættes naturligviis, at den cylinderiske Hals overalt noiagtig har samme ydre Diameter. Da dette sjelden er Tilfældet, nodes man til, paa samme Maade, som nys beskrevet, at nedsænke Instrumentet i forskjellige Vædsker af noiagtig bekjendt Tæthed, og saaledes empirisk at bestemme flere Punkter af Skalaen, hvis indbyrdes Afstand da deles i tilsvarende Antal lige Dele. Hyppig anvender man en anden af Brisson angivet Fremgangsmaade. Efter denne bestemmer man forst, som oven, Vandpunktet ved at nedsænke det med den provisoriske Skala forsynede Instrument i reent destilleret Vand af Normaltemperaturen; for dernæst at finde et eller flere andre Deelpunkter af Skalaen, forandrer man Instrumentets Vægt saameget, at det i Vand synker til samme Skaladeel, som det med sin oprindelige Vægt vilde synke i en Vædske, hvis Tæthed svarer til denne Deelstreg.

Betyder d Vandets Tæthed, p Areometerets oprindnlige Vægt, p + q sammes Vægt, naar det i Vand synker ligesaa dybt, som det ved sin oprindelige Vægt p vilde synke i en Vædske, hvis Tæthed var d', saa er

$$p : p + q = d' : d, \text{ altsaa } q = p\left(\frac{d - d'}{d'}\right) \quad (1).$$

Denne Operation kan udfores paa flere Maader. Man hænger Areometeret i den hydrostatiske Vægts med kortere Snore forsynede Skaal, og sænker det i Vand indtil Vandpunktet; i denne Stilling maa Vægtbjelken være i horizontal Ligevægt. Nu lægger man Vægterne q i samme Vægtskaal, hvis q er positiv, men i den anden om q er negativ, og sænker eller hæver Vægtbjelken tilligemed Skaalerne, til den atter er horizontal; den til Tætheden d' svarende Deelstreg er da i Niveau med Vandets Overflade. — Eller man kan ogsaa lægge Vægterne q umiddelbar i det endnu aabne Glasrør, sænke Instrumentet i Vand, bemærke hvor dybt det synker, og efter at alle fornodne Iagttagelser ere udforte, noiagtig gjengive Areometeret sin oprindelige Vægt. Hyppig skeer ogsaa Operationen saaledes, at man forskaffer sig smaae ringformige Vægter af Solv, som kunne skydes over Areometerets cylinderiske Hals, og hviler paa den nedre, tykkere Deel af Instrumentet: disse Vægter ere afveiede i Vand af Normaltemperaturen, og betegnede med den Vægt, som de i saadant Vand have. Denne sidste Methode bruges især for at controllere Rigtigheden af et allerede færdigt (altsaa tilsmeltet) Areometer. Man bestemmer forst Instrumentets Normalvægt p; beregner derpaa efter Formel (1) de til forskjellige Værdier af d' svarende Tillægsvægter q, skyder disse efterhaanden over Instrumentets Hals, lader det svomme i Vand, og iagttager, om det synker til den Deelstreg, der svarer til den givne Tæthed.

Procentareometerne indrettes og forfærdiges i det Væsentlige paa samme Maade, og ere kun deri forskjellige fra de forrige, at Skalaens Deelpunkter istedetfor at angive Storrelsen af de ned-

sænkede Volumina (Volumeteret) eller direkte at angive de forsjellige Tætheder (Densimeteret), her vise det til en given Tæthed af Vædsken svarende Blandingsforhold. Det er fremdeles klart, at medens det samme Volumeter eller Densimeter kan benyttes til alle Vædsker, kan samme Procentareometer kun bruges til at bestemme Blandingsdelenes Forhold i den Vædske, for hvilken Skalaen er indrettet. Skal et saadant Procentareometer tjene til at angive, hvormange Procent Alkohol og hvormange Procent Vand en given Blanding af begge (Spiritus) indeholder, faaer det Navn af Alkoholometer. Af disse ere især tre Slags i almindelig Brug, nemlig Richters, hvis Skala er saaledes inddeelt, at den angiver de *Vægts*procenter Alkohol, som en Spiritus indeholder, samt det Trallesske og Gay-Lussacske, der angiver Styrken af en Spiritus i *Volums*procenter. Vægtsprocenterne ere uafhængige af Spiritusens Temperatur; men Volumsprocenterne forandre sig med denne, og da Spiritus ved samme Temperaturforhoielse udvider sig saameget mere, jo storre dens Alkoholgehalt er, saa maa man ved Bestemmelsen af Styrken af en Spiritus i Volumsprocenter stedse angive ved hvilken Temperatur Maalingen er gjort, eller reducere den fundne Styrke til den, som ved en bestemt fastsat Normaltemperatur vilde finde Sted. Saaledes angiver Tralles's Alkoholometer det Antal Potter absolut Alkohol, ved en Temp. af 60^0 Fahr. $= 12\frac{4}{9}$ R., som indeholdes i 100 Potter Spiritus af samme Temperatur. Nedsænkes Alkoholometeret i samme Spiritus ved en hoiere eller lavere Temp. end denne Normaltemp. saa vil det i forste Tilfælde synke dybere, i sidste mindre dybt i Vædsken, med andre Ord, det samme Instrument vil i en Spiritus, hvis Temperatur er hoiere eller lavere end $12\frac{4}{9}^0$ R. angive en tilsyneladende storre eller mindre Alkoholgehalt end ved Normaltemperaturen. Denne sidste kaldes derfor den *sande* Styrke, hiin derimod den *tilsyneladende* Styrke. Betegner v Volumet af den i en Spiritus indeholdte Alkohol ved Normaltemperaturen ($12\frac{4}{9}{}^0$ R.), V Spiritusens Volum ved samme Temperatur, og V_t Spiritusens Volum ved en anden Temperatur t, saa er $\frac{v}{V}$ Spiritusens sande Styrke, eller hvad de Franske kalde *force*)*, og $\frac{v}{V_t}$ dens Gehalt *(richesse)*, og som Tralles benævner den sande Alkoholgehalt.

Gay-Lussacs Alkoholometer, som i Frankrig er legalt brugeligt, er blot deri forskjelligt fra det i Preussen ligeledes legalt foreskrevne Trallesske, at Normaltemperaturen er 15^0 C, eller at det umiddelbar angiver, naar det nedsænkes i en Spiritus af 15^0 C, hvormange Volumdele absolut Alkohol af 15^0 C 100 Dele af denne Spiritus indeholder ved samme Temperatur. Da Forskjellen mellem Normaltemperaturen for Tralles's og Gay-Lussacs Alkoholometere blot er $\frac{5}{9}^0$ C., saa er det i Praxis ligegyldigt, hvilket man benytter, da det Sidste sjelden vil angive mere end et Par Tiendedele Procent storre Styrke end det Første, hvilket ikke er meer end Iagttagelses- og Delingsfeilene i Almindelighed udgjore.

For rigtig at kunne inddele Alkoholometerets Skala erindre man, at Afstanden mellem et givet Deelpunkt af Skalaen og Vandpunktet maa være saa stor, at Volumet af den mellem begge Punkter liggende Deel af Instrumentets Stilk eller Hals er lig Forskjellen mellem de Volumina

*) Kun at de til Normaltemperaturen have valgt 15^0 C og ikke som Tralles $12\frac{4}{9}^0$ R. $= 15{,}55^0$ C.

Spiritus (af den til den givne Deelstreg svarende Styrke) og Vand, der have samme Vægt som det benyttede Alkoholometer.

Kaldes Spiritusens Volum v, Vandets V, saa er altsaa $\frac{v - V}{V}$ den omtalte Volumforskjel udtrykt i Dele af det i Vand nedsænkede Volum. Betyder fremdeles S Vandets, s Spiritusens spesifike Vægt ved Normaltemperaturen, P Alkoholometerets absolute Vægt, saa er

$$V = \frac{P}{S},\ v = \frac{P}{s} \text{ og } v - V = P\left(\frac{1}{s} - \frac{1}{S}\right) = P\frac{S - s}{Ss}, \text{ og følgelig } \frac{v - V}{V} = \left(\frac{S - s}{s}\right) \qquad (6)$$

L betyde Skalaens hele Længde fra Vandpunktet 0 % til 100 %, l Længden fra Vandpunktet til det Punkt af Skalaen, der svarer til den specifike Vægt s eller Styrken p %. Naar Vandets specifike Vægt ved dets største Tæthed ($3\frac{1}{2}^0$ R.) sættes lig 10000, og ved Normaltemperaturen 60^0 Fahr. = $12\frac{4}{9}^0$ R. efter Tralles lig 9991, samt af absolut Alkohol ved samme Temperatur lig 7939, saa faaes, forudsat at Instrumentets Stilk overalt har samme Tversnit:

$$\frac{V_{100} - V}{V} = a\,L = \frac{9991 - 7939}{7939} = \frac{2052}{7939}$$

$$\frac{V_p - V}{V} = a\,l = \frac{9991 - s}{s}$$

altsaa

$$L : l = \frac{2052}{7939} : \frac{9991 - s}{s} \text{ og endelig}$$

$$l = 7939\left(\frac{9991 - s}{s}\right)\frac{L}{2052} \qquad (7)$$

Sættes derimod Vandets Tæthed ved Normaltemperaturen $12\frac{4}{9}^0$ R. = 1, saa er Tætheden af absolut Alkohol ved samme Temperatur $s' = 0{,}7946$, og man finder paa samme Maade

$$l = 7946\left(\frac{1 - s'}{s}\right)\frac{L}{2054}. \qquad (8)$$

Tænker man sig Længden L deelt efter første Formel i 2052 efter sidste i 2054 lige Dele og er Længden af enhver af disse lig n, saa angiver det i Tal beregnede Udtryk

$$7939\left(\frac{9991 - s}{s}\right) \text{ eller } 7946\left(\frac{1 - s'}{s}\right)$$

hvormange saadanne Dele (n) ligge mellem Skalaens Nulpunkt og det Punkt af samme, til hvilket Instrumentet vilde synke i en Spiritus, hvis specifike Vægt var s' og ved en Temperatur af $12\frac{4}{9}^0$ R.

For Gay-Lussacs Alkoholometer er Normaltemperaturen lig 15^0 C. Sættes Vandets Tæthed ved denne Temperatur = 10000, saa har absolut Alkohol Tætheden 7947, altsaa bliver for dette Instrument

$$l = 7947\left(\frac{1 - s'}{s'}\right)\frac{L}{2053} \qquad (9)$$

Af Formlerne (8) og (9) sees tydelig, hvor liden Forskjellen er mellem Tralles's og Gay-

Lussacs Alkoholometere, især naar man bemærker, at for den sædvanlig brugelige Længde af Alkoholometer-Skalaen, enhver Deel (n) neppe udgjør 0,06 Linie.

For at benytte disse Formler til Skalaens Inddeling forudsættes, at idetmindste to Punkter af Skalaen ved forelobige Forsog er bestemt. Det ene Punkt er da Vandpunktet; for at finde et andet Punkt bereder man sig en Provespiritus. hvis Styrke og specifike Vægt er noiagtig bekjendt; Areometeret nedsænkes i denne, efter at den er bragt til Normaltemperaturen, og man bemærker det Punkt af Skalaen, som ligger i samme Niveau, som Vædskens Overflade.*) Man beregner nu efter en af ovenstaaende Formler t. Ex. (8). hvormange Dele $(n) = \frac{L}{2054}$ ligge mellem dette Punkt og Vandpunktet, og deler Afstanden mellem begge i saamange ligestore Dele, hvorved Størrelsen af hver enkelt Deel (n) for det givne Instrument er bekjendt, og de til enhver enkelt Procent Alkohol svarende Deelstreger af Skalaen efter Formel (8) kunne afsættes. Provespiritusens Styrke være t. Ex. 90 %, saa er dens Tæthed ved $12\frac{4}{9}^{0}$ R. = 0,8339, og man finder efter (8) at Afstanden mellem Vandpunktet og det Punkt, hvortil Instrumentet synker, skal være lig $1582 \frac{L}{2054} =$ 1582(n) medens Afstanden mellem Vandpunktet og den til 100 % svarende Deelstreg er lig 2054(n). Man deler altsaa Afstanden mellem det forste Punkt og Vandpunktet i 1582 lige Dele, og afsætter fremdeles 472 saadanne Dele opad, for at finde Skalaens til 100 % svarende hoieste Punkt eller Længden L.

Denne Fremgangsmaade forudsætter imidlertid, at Alkoholometerets Hals er fuldkommen cylinderisk og overalt har samme Tykkelse. Da dette sjelden eller aldrig er Tilfældet, nodes man til paa nys beskrevne Maade at bestemme flere Punkter af Skalaen ved at nedsænke Instrumentet i forskjellige Spiritusblandinger af noiagtig bekjendt Styrke eller Tæthed, og afsætte de mellemliggende Deelpunkter af Skalaen efter ovenstaaende Formler. Er t. Ex. foruden Vandpunktet ogsaa de til 40, 55 og 80 % svarende Deelpunkter fundne og afsatte paa den provisoriske Skala, saa finder man efter (8) disse Punkters Afstand fra Vandpunktet respektive lig 402(n), 651(n) og 1252(n). Afstanden mellem disse 4 Punkter maa altsaa hver for sig deles i 402, 249 og 601 lige Dele, og derefter de mellemliggende Punkter af Skalaen afsættes. Denne Fremgangsmaade sætter os tillige istand til at controllere Rigtigheden af et allerede færdigt Alkoholometer, og til at berigtige dets Feil.

Folgende Tabeller indeholder for hver enkelt Procent Alkohol Spiritusens specifike Vægt ved Normaltemperaturen $12\frac{4}{9}^{0}$ R., samt det Antal ligestore Dele $(n) = \frac{L}{2054}$, som udtrykke Afstanden mellem Vandpunktet og det tilsvarende Punkt af Skalaen efter Formel (8).

*) Iagttagelsen maa stedse skee saaledes, at man betragter Vædskens Overflade *neden*fra; man hæver langsomt Øiet, indtil den ved Total-Reflexion speilende Overflade forsvinder, og iagttager det Punkt af Skalaen, som da ligger i Overfladens Projection.

Tabel I.

Styrke i Volums-Procenter.	Specifik Vægt ved $12\frac{4}{9}^0$ R.	(n)	Differents.	Styrke i Volums-Procenter.	Specifik Vægt ved $12\frac{4}{9}^0$ R.	(n)	Differents.
0	1,0000	0	12	34	0,9605	327	
1	0,9985	12	12	35	9592	338	12
2	9970	24	11	36	9579	350	12
3	9956	35	11	37	9565	362	13
4	9942	46	11	38	9550	375	13
5	9928	57	11	39	9535	388	14
6	9915	68	10	40	9519	402	14
7	9902	78	10	41	9503	416	14
8	9890	88	10	42	9487	430	15
9	9878	98	10	43	9470	445	15
10	9866	108	10	44	9452	460	16
11	9854	118	9	45	9435	476	16
12	9843	127	9	46	9417	492	16
13	9832	136	9	47	9399	508	16
14	9821	145	9	48	9381	524	17
15	9811	154	8	49	9362	541	18
16	9800	162	9	50	9343	559	18
17	9790	171	8	51	9323	577	18
18	9780	179	8	52	9303	595	18
19	9770	187	8	53	9283	613	19
20	9760	195	9	54	9263	632	19
21	9750	204	8	55	9242	651	20
22	9740	212	9	56	9221	671	20
23	9729	221	9	57	9200	691	20
24	9719	230	8	58	9178	711	21
25	9709	238	9	59	9156	732	21
26	9698	247	9	60	9134	753	21
27	9688	256	9	61	9112	774	22
28	9677	265	10	62	9090	796	22
29	9666	275	10	63	9067	818	22
30	9655	285	10	64	9044	840	23
31	9643	295	10	65	9021	863	23
32	9631	305	11	66	8997	886	23
33	9618	316		67	8973	909	

Styrke i Volum-Procenter,	Specifik Vægt ved $12\frac{4}{9}^0$ R.	(n)	Differents.	Styrke i Volums-Procenter.	Specifik Vægt ved $12\frac{4}{9}^0$ R.	(n)	Differents.
68	0,8949	933	24	85	0,8496	1407	33
69	8925	957	24	86	8466	1440	33
70	8900	982	25	87	8436	1474	34
71	8875	1007	25	88	8405	1508	34
72	8850	1032	25	89	8373	1545	37
73	8825	1058	26	90	8339	1582	37
74	8799	1084	26	91	8306	1620	38
75	8773	1111	27	92	8272	1659	39
76	8747	1138	27	93	8237	1700	41
77	8720	1166	28	94	8201	1743	43
78	8693	1195	29	95	8164	1787	44
79	8665	1224	29	96	8125	1833	46
80	8639	1252	28	97	8084	1883	50
81	8611	1282	30	98	8041	1936	53
82	8583	1312	30	99	7995	1993	57
83	8555	1342	30	100	7946	2054	61
84	8526	1374	32				

For at undgaae den Uleilighed at berede sig saadan Prøvespiritus af forskjellig Styrke, hvortil man behøver en meget nøiagtig og følsom Vægt, benytter man sig ogsaa jevnligen af den ovenfor beskrevne Brissonske Methode, især hvor det gjælder at controllere Rigtigheden af et allerede færdigt Alkoholometer. Dette er t. Ex. stedse Tilfældet ved det preussiske Justeerkammer, og da de hos os brugelige Alkoholometere alle ere forfærdigede i Berlin, er ogsaa ved disse Skalaen inddeelt og berigtiget efter denne Methode. Betegner p Instrumentets absolute Vægt, d = 1 Vandets, d' Spiritusens Tæthed ved Normaltemperaturen $12\frac{4}{9}^0$ R. = 60^0 Fahr. for Tralles's Alkoholometer, q den Tillægsvægt, som er fornøden for at Instrumentet i Vand af $12\frac{4}{9}^0$ R. skal synke ligesaa dybt, som i en Spiritus, hvis Tæthed ved samme Temperatur = d, saa findes efter Formel (1)

$$q = p\left(\frac{1 - d'}{d}\right) \qquad (10)$$

Det hos os brugelige Gay-Lussac's Alkoholometer er, som for bemærket, blot deri forskjelligt fra det Tralleske, at Normaltemperaturen er lig 15^0 C. = 12^0 R., eller at det angiver, hvormange Volumprocent Alkohol af 15^0 C. indeholdes i en Spiritus, som maales ved samme Temperatur. I Formel (10) er altsaa for dette Tilfælde d' lig Spiritusens Tæthed, naar Vandets Tæthed ved 15^0 C. = 1. Ere de forhen omtalte ringformige Tillægsvægte af Sølv, der skydes over Instrumentets Hals, bestemte for Tralles's Alkoholometer og justerede i Vand af $12\frac{4}{9}^0$ R., saa kunne de

dog uden mærkelig Feil ogsaa benyttes til det Gay-Lussacske. Betyder nemlig q deres Vægt i Vand af $12\frac{4}{9}^0$ R., q' deres absolute Vægt og c deres specifike Vægt, saa er

$$q = q' - \frac{q'}{c} = q'\left(\frac{c-1}{c}\right).$$

Er nu q'' deres Vægt i Vand af 12⁰ R. = 15⁰ C. og Vandets specifike Vægt ved denne Temperatur = s, saa er

$$q'' = q' - \frac{q'}{c}s = q'\left(\frac{c-s}{c}\right);\ \text{altsaa}\ q'' = q.\ \frac{c-s}{c}.\ \frac{c}{c-1}.\ = q\left(\frac{c-s}{c-1}\right).$$

Efter Hallstroms Forsøg er s = 1.000077, og sættes Solvets Tæthed = 10.511, saa findes

$$q'' = 0.9999892\ q;$$

altsaa er Forskjellen mellem begge ved Forsøg af denne Art ganske umærkelig. Men Berigtigelsen af Gay-Lussacs Alkoholometer har en særegen Vanskelighed. Medens nemlig de bekjendte Gilpinske Veininger af Spiritusens specifike Vægt ved forskjellig Styrke og Temperatur ere lagte til Grund for Inddelingen af Tralles Alkoholometer, synes Gay-Lussac for Constructionen af sit at have benyttet egne Forsøg, som dog ikke ere publicerede; man har saaledes til at inddele eller til at controllere Rigtigheden af Gay-Lussacs Skala kun nedenstaaende af Berzelius i hans Lærebog i Chemien angivne Værdier for den specifike Vægt af Spiritus ved 15⁰ C., naar Vandets ved samme Temperatur sættes lig 1.

Tabel II.

Volums-Procent Alkohol ved 15⁰ C.	Spiritusens specifike Vægt ved 15⁰ C.	Volums-Procent Alkohol ved 15⁰ C.	Spiritusens specifike Vægt ved 15⁰
100	0.7947	60	0.9141
95	0.8168	55	0.9248
90	0.8346	50	0.9348
85	0.8502	45	0.9440
80	0.8645	40	0.9523
75	0.8780*)	35	0.9595
70	0.8907	30	0.9656
65	0.9027	0	1.0000

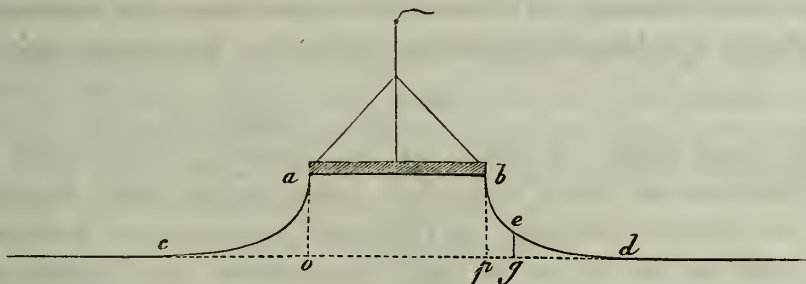
Ved at undersøge forskjellige Alkolometre efter begge disse Methoder var det mig paafaldende, at de aldrig gave overeensstemmende Resultater. Hvis Instrumentet viste sig rigtigt ved at undersøges paa den første Maade, fandt jeg stedse, at det undersøgt efter Brissons Methode for enhver Spiritus viste for stor Styrke, og omvendt. Navnligen fandt jeg, at alle i Berlin forfærdigede

*) I alle Udgaver af denne Tabel staaer den specifike Vægt for 75 ⁰/₀ lig 0.8799, som maa være en Feiltagelse; ovenstaaende Værdi har jeg fundet ved Interpolation.

selv af det kongl. preussiske Justeerkammer berigtigede Alkoholometre, viste fra ½ til 1 Procent *for lidet* sammenlignet med den direkte Bestemmelse af Spiritusens specifike Vægt, hvorimod de, undersøgte efter Brissons Methode, fandtes temmelig nøiagtige. Hermed synes en anden Omstændighed at staae i Forbindelse. De herværende Brændeviinsbrændere have gjort den Erfaring, at naar et Destillat af 70 til 80 % Styrke ved Alkoholometeret skal undersøges til Beskatning af den i samme indeholdte absolute Alkohol, saa findes denne mindre, naar Spiritusen opblandes med Vand til den indeholder omkring 40 % Alkohol, end om den bestemtes af den oprindelige stærkere Spiritus. Instrumenterne synes altsaa i Nærheden af 40 % *altid* at angive for liden Styrke.

Ved nærmere at tænke over dette Forhold har jeg troet at finde Grunden til denne Forskjel i følgende Omstændighed.

Naar en vertikal Cylinder nedsænkes i en Vædske, som fuldstændig væder samme, saa trækkes Vædsken, paa Grund af dens Adhæsion til Cylinderen, op langs dennes Yderflade, og danner en kegleformig Overflade, der nedentil assymptotisk gaaer over i den frie Overflades horizontale Plan, og oventil med skarp Krumning slutter sig til den verticale Cylinder, saaledes at Tangenten til Generationscurven i dette øverste Punkt er vertikal*). Denne ringformige Vædskemasse vil altsaa udøve et Drag nedad, lig dens Vægt eller hydrostatiske Tryk; og hvis Cylinderen er indrettet saaledes, at den svømmer vertikal i Vædsken, saa maa den altsaa synke saameget dybere i samme, som Tilfældet vilde være, dersom Vædsken ikke paa denne Maade var hævet opad, men derimod Cylinderens egen Vægt var bleven forøget med Vægten af den paa Grund af Adhæsionen hævede Vædske.



Naar en cylinderisk Skive *ab* æqvilibreres paa den ene Arm af en Vægtskaal og efterat være bragt i Berøring med den horizontale Overflade *cd* af en Vædske, som fuldstændig væder Skiven, kæves i Veiret ved Vægter, som lægges i den anden Vægtskaal, saa følger den til Skiven hængende Vædske med, og løftes ofte et Par Linier, inden den løsriver sig. Overfladen *abcd* af den hævede Vædske vil, inden den løsriver sig, i Nærheden af Skiven trække sig sammen, og naar Adskillelsen foregaaer, skeer det stedse i dette mindste Tværsnit. Man kan imidlertid regulere den Vægt, der trækker Skiven i Veiret, saaledes at Vædsken ikke løsriver sig, men blot hæves saa høit, at den hævede Overflade ved Skivens Rand slutter sig lodret til denne, eller at Tangenten til Generationscurven for den krumme Overflade for dennes høieste Punkt er vertikal. De i den anden

*) cfr. Hagen i Poggendorffs Annalen B. 67 p. 26.

Vægtskaal lagte Lodder udtrykke da Størrelsen af det Drag nedad, som den hævede Vædskemasse *abcd* udøver, og som i dette Tilfælde bestaaer af to Dele, nemlig: 1) Vægten eller det hydrostatiske Tryk af den til Skivens Basis hæftende cylinderiske Vædskemasse *abop*, og 2) Vægten af den kegleformige Ring *aco*, *bpd*. Den første Deel er bekjendt, naar Skivens Diameter *ab*, dens Høide *ao* over Vædskens Niveau, og Vædskens specifike Vægt ere givne; den anden kunde beregnes, naar man kjendte Ligningen for den krumme Flade *acbd*.

Betegner y = *eg* Høiden af et Punkt af den krumme Overflade over Vædskens almindelige Niveau, ρ og ρ' den mindste og den største Krumningsradius i dette Punkt, m en Constant, saa er i Almindelighed

$$y = m\left(\frac{1}{\rho} + \frac{1}{\rho'}\right) \qquad (11)$$

en Ligning, som først fuldstændig udvikledes af Thomas Young [1]), og hvortil ogsaa de senere Undersøgelser af Laplace [2]), Poisson [3]) og Gauss [4]) lede. Young gik ud fra den Forudsætning, at der i Vædskens Overflade finder en vis Spænding Sted, der overalt i hele Udstrækningen af denne Overflade er ligestor; en Forudsætning, der ganske stemmer med Resultaterne af ovenanførte senere Undersøgelser, skjønt disse tildeels ere baserede paa andre Forudsætninger.

Men at en saadan Spænding virkelig finder Sted i en Vædskes Overflade, eller med andre Ord, at Overfladen har en større Sammenhængskraft end de i Vædskens Indre liggende Dele eller Lag, viser sig ved mange Phænomener, og er af Physiken bekjendt. Kaldes T Størrelsen af denne Stramning for en Strimmel af Overfladen af en Bredde lig Eenheden, t. Ex. 1 par. Linie, saa er, som Hagen har viist [5]), Constanten m i Formel (11) lig Stramningen eller Sammenhængskraften T divideret med Vægten af en Rumeenhed (Kubiklinie) af Vædsken. Sættes denne Sidste lig k, saa er

$$m = \frac{T}{k} \qquad (12).$$

For det høieste Punkt *b* af Curven *bed*, hvis Ordinate y = *bp* vi ville betegne med H, er ρ' lig Cylinderens eller Skivens Radius og ρ Radien for den største Krumning af Generationscurven *bed*, som ved Omdreining om Cylinderens Axe danner den dobbeltkrumme Overflade. Man overbeviser sig let om, at begge Krumningsradier ligge i samme rette Linie og er den ene positiv, den anden negativ, eller falde paa modsatte Sider af den krumme Flade, og Ligningen for denne bliver i dette Tilfælde

$$y = m\left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho'}\right) \qquad (13)$$

Skjønt det ikke er vanskeligt af ovenstaaende Udtryk (12) at udvikle Differentialligningen for den

[1]) *An Essay on the Cohæsion of Fluids. Phil. Trans. 1805.*

[2]) *Sur l'action capillaire*, og *Supplement à la théorie capillaire. Mécanique céleste Vol. IV (1805).*

[3]) *Nouvelle théorie de l'action capillaire (1831).*

[4]) *Principia generalia theoriæ figuræ fluidorum in statu æqvilibrii. Comm. soc. scient. Gotting. Vol. VII (1829).*

[5]) Poggendorffs Ann. B. 67 p. 1.

krumme Overflade, frembyder dog denne Lignings Integration store, maaske uovervindelige Vanskeligheder.

Jeg har derfor fulgt samme Vei som Hagen[1]), hvorved man vel ikke finder Ligningen for den krumme Overflade, men dog en Værdi for m, hvoraf Stramningen T kan udledes, naar H af Iagttagelse er bekjendt. Antager man, hvad der synes ganske sandsynligt, at Generationscurverne for alle fuldstændig vædede Cylindere af forskjellig Radius ere ligedannede, eller blot, hvad her væsentligst kommer i Betragtning, at de til deres høieste Punkt hørende Krumningsradier staae i et constant Forhold til dette Punkts Ordinater H, og betyder r Cylinderens eller Skivens Radius ($=\rho'$), saa bliver efter denne Forudsætning.

$$\rho : \rho'' = H : H''$$

$$\rho = \rho'' \frac{H}{H''}$$

naar ρ er den til Høiden H, ρ'' den til Høiden H'' svarende Krumningsradius. Men for det Tilfælde at $r = \infty$, eller at en Planskive vertikalt nedsænkes i Vædsken, kan Ligningen (13) let integreres, og man finder i dette Tilfælde[2])

$$\rho'' = \tfrac{1}{2} H'';$$

altsaa er ogsaa

$$\rho = \tfrac{1}{2} H,$$

og da $\rho' = r$, saa forvandler Ligningen (13) sig til

$$H = m\left(\frac{2}{H} - \frac{1}{r}\right) = \frac{m}{H}\left(2 - \frac{H}{r}\right) \text{ og følgelig } H^2 = 2m - \frac{m}{r}H \text{ eller } H^2 + \frac{m}{r}H = 2m \qquad (14).$$

Ere altsaa r og H ved Iagttagelse fundne, saa kan heraf $m = \frac{T}{k}$ let beregnes.

For at undersøge, om den gjorte Forudsætning er rigtig, har Hagen maalt Høiden H for cylinderiske Skiver af forskjellig Diameter under de oven udviklede Omstændigheder, nemlig at Skiven blot hæves saa høit, at den opløftede Vædskes Overflade ved Skivens Rand slutter sig lodret til denne; han finder, som nedenstaaende Tabel viser, at Forskjellen mellem de iagttagne og beregnede Værdier for H falde indenfor Grændserne af Iagttagelses-Feilene.

Hagen. For friskt Brøndvand.

$m = 0.924$.

2r	H iagttaget.	H beregnet.	Forskjel.
13.86‴	1.31‴	1.295	+ 0.015
1.72	1.04	0.925	+ 0.115
1.16	0.76	0.775	— 0.015
0.10	0.06	0.050	+ 0.010

[1]) Ueber die Oberfläche der Flüssigkeiten Pogg. Ann. B. 67 og 77.

[2]) Hagen. Pogg. Ann. B. 67 pag. 27 og 28.

Uagtet nu for en vertikal i Vædsken nedsænket Cylinder, naar denne fuldstændig vædes af Vædsken, det samme Forhold a priori synes at maatte finde Sted, som for de af Hagen benyttede Skiver, da i det ene Tilfælde den oploftede Vædskering *aco bpd* bæres af det tynde Lag af Vædsken, som nærmest omgiver og væder Cylinderens Overflade, i det andet Tilfælde af Vædskecylinderen *aobp*, som bæres af Skiven, saa har jeg dog ved egne Forsøg med forskjellige i Vand nedsænkede Glascylindere søgt at verificere dette. Høiderne H maaltes med Kathetometeret, og de iagttagne Værdier synes at stemme ligesaa godt med de beregnede, som i Hagens Forsøg. Glasrøret og Vandets Overflade bleve før hver Maaling afvidskede med Trækpapir for stedse at have en frisk Overflade. — Resultaterne vare følgende:

For destilleret Vand.

m = 1.1493.

2r	H iagttaget.	H beregnet.	Forskjel.
7.903‴	1.316‴	1.378	— 0.062
3.161	1.240	1.196	+ 0.044
1.893	1.024	1.026	— 0002
0.758	0.720	0.628	+ 0.092

Summen af Feilqvadraterne ere ved Hagens Maalninger lig 0.01377 og ved mine 0.01425 fr. Linier, altsaa den midlere Feil omtrent lige stor i begge, nemlig 0.068‴ og 0.069.‴

Ligningen (14) synes altsaa uden Betænkelighed at kunne anvendes, især naar man erindrer Usikkerheden af disse Maalninger *netop for Vand*, hvor Constanterne eller Stramningen i Vædskens Overflade er saa høist forskjellig, eftersom Overfladen er ganske frisk, eller blot et halvt Minut har staaet uforstyrret. I første Tilfælde er H og m størst, og de aftage efterhaanden, endog i flere Dage, inden de naae sin mindste Værdie. Mindst er H ifølge Hagens Forsøg, naar Vandet koger, og den beholder denne mindre Værdi selv efterat Vandet atter er afkjølet. Ved forskjellige Forsøg med Capillarrør, Planskiver vertikal stillede i Vandet, cylinderiske paa Vægtskaalen æqvilibrerede Skiver, og endelig ved Iagttagelse af Draabernes Størrelse har Hagen for Vand fundet Værdier af m, der falde mellem Grændserne 0.91 og 1.50. Den af mine Maalninger udledede Værdi 1.149 ligger, som man seer mellem disse Grændser. Er paa denne Maade m og deraf T fundet, saa beregner man let for den paa Vægtskaalens ene Arm æqvilibrerede Skive (Fig. Side 9) det hele Drag nedad, som den hævede Vædske udøver, eller Størrelsen af de Vægter, som maa lægges i den anden Vægtskaal for at holde Skiven i Ligevægt i den før omtalte Stilling. Er nemlig r lig Skivens Radius udtrykt i franske Linier, k lig Vægten af en Kubiklinie af Vædsken, og H Skivens Høide *ao* over Vædskens Niveau, saa er Vægten af Vædskecylinderen *abop* lig $H\pi r^2 k$. Er nu, som oven, T Stramningen i en Strimmel af Vædskens Overflade af en Linies Bredde, saa er det hele Drag nedad, som denne Stramning foraarsager, lig Produktet af T i Skivens Omfang; thi

Stramningen er, som før bemærket, overalt i Overfladen lige stor, og virker efter Forudsætningen langs Skivens Omkreds nedad i vertikal Retning. Man behøver saaledes intet Hensyn at tage til *Vægten* af Vædskeringen *aco bpd*, da denne allerede finder sin Understøttelse i Overfladens Stramning eller Sammenhængskraft. Det hele Drag nedad bliver altsaa lig

$$G = H\pi r^2 k + 2\pi r T. \qquad (15)$$

Ere nu G, H og r ved Iagttagelse fundne, saa kan deraf T beregnes, og paa denne Maade har Hagen fundet for en Strimmel af en par. Linies Brede:

For friskt Vand	T = 12,160	Milligrammer
For ikke friskt Vand, som nemlig havde henstaaet nogle Timer . . .	10,78	—
For Olivenolie	7,70	—
For rectificeret Alkohol	5,28	—

For et i en Vædske svømmende Areometer, der fuldstændig vædes af Vædsken, bliver altsaa det hele vertikale Drag nedad, som den hævede Væskering foraarsager, lig

$$g = 2\pi r T = 2\pi r m k$$

og Virkningen af dette Drag maa være det samme, som om Areometerets Vægt P forøgedes med Tillægsvægten G. Betegner h den Dybde, hvortil Areometeret paa Grund af denne Tillægsvægt vil synke mere i Vædsken end uden samme, saa kan h paa følgende Maade let beregnes, naar m eller T af Iagttagelse ere bekjendte. Er det alene paa Grund af Areometerets egen Vægt P nedsænkede Volum = V, det paa Grund af Tillægsvægten eller Draget G nedsænkede Volum = dv, saa er

$$V + dv : V = P + G : P \text{ eller}$$

$$dv : V = G : P, \text{ altsaa da}$$

$$V = \frac{P}{k},$$

$$dv = \frac{GV}{P} = \frac{G}{k} = \pi r^2 h;$$

$$\text{altsaa } h = \frac{G}{\pi r^2 k},$$

og naar man heri indsætter den för fundne Værdie for $G = 2\pi r T = 2\pi r m k$, saa bliver

$$h = \frac{2m}{r}. \qquad (16)$$

Om Constanten m er forskjellig for forskjellige Vædsker, saa følger heraf, at et Areometer eller Volumeter, hvis Skala er rigtig for en vis Vædske, ikke kan være rigtig for andre.

Er nu et Areometers Skala justeret og inddeelt efter Brissons Methode ved Afveining i Vand, saa vil det, ifølge Draget af den ved Capillariteten hævede Vædskering, i den Vædske, hvis Tæthed eller Procentgehalt det er indrettet til at bestemme, enten synke meer eller mindre dybt end den til Tætheden svarende Deelstreg af Skalaen, eftersom m for den givne Vædske er større eller mindre end for Vand. Betyder nu h' for denne Vædske, hvad h er for Vand, saa udtrykker $h - h'$ den af Capillariteten frembragte Delingsfeil.

For at se, hvorvidt de oven omtalte Uovereensstemmelser i Alkololometerets Angivelser paa denne Maade kunde forklares, har jeg anstillet forskjellige Iagttagelser og Forsøg, som tilfulde synes at godtgjøre Rigtigheden af min Formodning. Til Sammenligning har jeg valgt følgende tre Alkoholometre, nemlig 1) et meget omhyggelig forfærdiget Normalalkoholometer No. 53 af Ch. F. Geissler i Berlin, forsynet med det kongl. preussiske Justeerkammers Attest for dets Rigtighed, 2) et Normal-Alkolometer af J. G. Greiner jun. i Berlin, 3) et andet kortere, ligeledes af Greiner, alle med Tralles's Skala, og 4) et af Nissen i Kjøbenhavn udført Gay-Lussacs Alkoholometer, hvis Skala alene angav fra 40 til 77 Procent, og paa hvilket Røret havde en betydelig mindre Diameter end paa de to foregaaende. De to sidste justerede jeg efter Brissons Methode og anskaffede mig i den Anledning fra Baumann i Berlin en Sats ringformige Vægter af Sølv til at skyde over Instrumentets Hals, af samme Slags, som benyttedes ved det preussiske Justeerkammer. Følgende Correctioner bleve fundne som Middel af flere Iagttagelser.

Tabel III.

For Procent Alkohol.	Greiner viste	Correct.	Nissen viste	Correct.
43	43.35	— 0.35		
45	45.13	— 0.13	45.24	— 0.24
50	50.0	0.00	50.35	— 0.35
55	55.21	— 0.21	55.24	— 0.24
60	60.21	— 0.21	60.16	— 0.16
65	65.15	— 0.15	65.30	— 0.30
70	70.01	— 0.01	70.28	— 0.28
75	75.20	— 0.20	75.24	— 0.24
80	80.20	— 0.02		
85	85.03	— 0.03		
90	90.33	— 0.33		
95	95.40	— 0.40		

Ved den følsomme hydrostatiske Vægt bestemtes Tætheden af forskjellige Alkoholblandinger, og ved Hjælp af Tralles's og Berzelius's Tabeller beregnedes heraf Spiritusens sande Alkoholgehalt og sammenlignedes med den som Alkoholometerne angav, ved $12\frac{4}{9}^0$ R. for dets første og ved 15^0 C. for det sidste eller Nissens, efterat ovenstaaende Correctioner vare anbragte ved de gjorte Aflæsninger. Som jeg havde ventet, fandtes Styrken med alle tre Alkoholometre for liden.

Delingsfeilen eller Correctionen $h - h'$ bestemte jeg paa følgende Maade. En Glascylinder af 17,821 Millimetres Diameter stilledes vertikalt i Spiritussen; en fiin ligeledes vertikal Staalspids (en fiin Synaal) kunde ved Hjælp af en Micrometerskrue hæves og sænkes, indtil dens Spidse netop

berørte Vædskens horizontale Overflade. Med et noiagtigt Kathetometer maalte jeg dernæst Afstanden mellem Naalens øvre Ende og den øverste Rand af den ved Capillariteten hævede Vædskering. Ved en passende Stilling af Glascylinderen mod det indfaldende Lys viste denne Rand af Vædsken sig som en tydelig skarp begrændset Linie, saa at Maalingen kunde udfores med stor Nøiagtighed. Mellem hver Maaling blev Glascylinderen og Vædskens Overflade nær samme aftørret og fornyet med reent Filtreerpapir, og Staalspidsen paa nyt bragt i Beroring med Vædsken. Endelig maaltes den vertikale Afstand mellem Naalens øvre og nedre Ende, og ved at subtrahere de før gjorte Maalinger fra denne sidste, fandtes Høiden H af Vædskeringens øverste Rand over det almindelige Niveau*). Da desuden Spiritussens Temperatur og Tæthed var bekjendt, kunde Stramningen i Overfladen T, og Constanten m beregnes efter Formel (14), og heraf atter Delingsfeilen $h - h'$ efter (16).

For flere Alkoholblandinger, der ved 60° Fahr. = $12\frac{4}{9}$° R. indeholdt nedenstaaende Volumsprocent Alkohol, fandtes følgende Værdier for H og (deraf udledede) for m og for Stramningen T i en Strimmel af 1 Millimeters Brede.

Volums % Alkohol.	H	Temperatur. C	m	T Milligrammer.
84.63	2.2125	17.8	2.7970	2.3770
69.81	2.3295	16.8	3.1213	2.6526
56.2	2.3727	15.6	3.2472	2.9900
49.19	2.3930	18.2	3.3073	3.0922
40.42	2.4539	18.8	3.4916	3.3101
29.52	2.546	17.8	3.7813	3.6494
14 23	2.7462	13.0	3.4570	4.3748

Antager man Alkoholprocenterne som Abscisser og Stramningen T som Ordinater for en krum Linie, saa seer man ved graphisk at construere denne, at Stramningscurven er convex mod Abscisseaxen, og fra 0 til henved 40 % hurtig synker med denne, medens den for Spiritus af større Styrke kun har liden Krumning. Det Sidste er end mere Tilfældet, naar man til Abscisser vælger Vægtsprocenter, istedetfor Volumsprocenter. Curven er da mellem 30 og 80 % meget nær en ret Linie, og Stramningen T kan, inden disse Grændser, med al for Praxis fornøden Approximation beregnes efter Formelen

$$T = a - bp,$$

$$\text{hvor } a = 3.96798 \text{ og } b = 0.0204867$$

og p de i Spiritussen indeholdte Vægtsprocenter Alkohol. Man finder nemlig

*) Den midlere Feil af H eller den midlere Afvigelse fra Middeltallet var mellem 0.02 og 0.03 m. m. og den störste Afvigelse i alle Maalinger blot 0.047 m. m.

Volums Procent.	Vægts Procent. p	T beregnet.	iagttaget — beregnet.
84.63	79.06	2.3483	+ 0.0287
69.81	62.31	2.6914	— 0.0388
56.2	47.57	2.9934	— 0.0034
49.19	41.77	3.1123	— 0.0201
40.42	33.76	3.2763	+ 0.0338

Den midlere Feil af T bliver 0.036 og den sandsynlige Feil lig 0.024 m. m., hvilken ved Bestemmelsen af h — h′ er ganske umærkelig.

Sammenligningen med de før nævnte fire Alkoholometre gav nedenstaaende Resultater, der meget godt stemme med den beregnede Delingsfeil h — h′. Skalaens hele Længde fra 0 til 100 % var for No. 1, Geisslers Normal, lig 205 Millimetres, og deelt i $\frac{1}{4}$ %; for No. 2 Greiners Normal 244 m.m og deelt i $\frac{1}{2}$ %; for No. 3 af Greiner 173 m.m og kun deelt i hele Procent; for disse tre Instrumenter var desuden Stilken omtrent lige tyk. No. 4 af Nissen var efter Sigende inddeelt efter et af Gay-Lussac i sin Tid til Ørsted i Kjobenhavn skjænket Alkoholometer; Længden af Skalaen fra 40 til 77 % var 205 m.m, og Stilkens Tykkelse meget mindre end de foregaaende.

Ved følgende Sammenligninger betyder r Stilkens Radius og l Længden af 1 Procent paa det Sted af Skalaen, som laae i Vædskens Overflade. Den af de tre første angivne Alkoholgehalt er maalt ved eller reduceret til 60° Fahr. = 12$\frac{4}{9}$° R. og den ved Nissens maalte til 15° C.*)

A. Spiritussens sande Styrke ved 12$\frac{4}{9}$° R. = 84.63 %.

Instrumentets No.	r	l	h — h′ udtrykt i m.m	h — h′ udtrykt i %	Spiritussens Styrke efter Instrumentets Angivelse.	Forskjel fra den sande Styrke.
1	3.54	3.85	1.73	0.45	84.20	+ 0.43
2	3.45	3.60	1.77	0.49	84.04	0.59
3	2.58	2.70	1.70	0.63	84.00	0.63

*) Hidtil var Forfatterens Manuskript fuldstændig færdigt. De følgende Tabeller har jeg sammenstillet efter de i den efterladte Observationsbog optegnede Maalninger. Paa flere Steder kunde ikke findes Værdien for l angivet, og følgelig heller ikke h — h′, udtrykt i Procenter. Hvor dette var Tilfældet har jeg maalt l med et nøiagtigt Kathetometer. A.

B. Sand Styrke ved $12\frac{4}{9}^0$ R. = 69.81 %, ved 15° C. = 69.94 %.

Instrumentets No.	r	l	h — h' udtrykt i m.m	h — h' udtrykt i %	Spiritusens Styrke efter Instrumentets Angivelse.	Forskjel fra den sande Styrke.
1	3.523	3.10	1.63	0.52	69.36	0.44
2	3.46	3.00	1.70	0.57	69.21	0.60
3	3.562	2.14	1.61	0.75	69.05	0.76
4	2.135	6.77	2.68	0.40	69.50	0.44

C. Sand Styrke ved $12\frac{4}{9}^0$ R. = 56.2 %, ved 15° C = 56.36 %.

Instrumentets No.	r	l	h — h' udtrykt i m.m	h — h' udtrykt i %	Instrumentets Angivelse	Forskjel fra den sande Styrke.
1	3.51	2.36	1.48	0.63	55.86	0.34
3	3.54	1.70	1.47	0.86	56.20	0.63
4	2.133	5.38	2.44	0.45	55.89	0.47

D. Sand Styrke ved $12\frac{4}{9}^0$ R. = 49.21 %, ved 15° C = 49.38 %.

Instrumentets No.	r	l	h — h' udtrykt i m.m	h — h' udtrykt i %	Instrumentets Angivelse.	Forskjel fra den sande Styrke.
1	3.500	2.1	1.45	0.69	48.64	0.57
2	3.458	2.1	1.47	0.70	48.43	0.78
3	3.519	1.64	1.44	0.88	48.33	0.88
4	2.131	4.75	2.38	0.49	48.98	0.40

E. Sand Styrke ved $12\frac{4}{9}^0$ R. = 40.42 %, ved 15^0 C. = 40.49 %.

Instrumentets No.	r	l	h — h' udtrykt i m.m	h — h' udtrykt i %	Instrumentets Angivelse.	Forskjel fra den sande Styrke.
1	3.508	1.70	1.345	0.79	39.51	0.91
2	3.464	1.70	1.36	0.80	39.52	0.90
3	3.527	1.30	1.34	1.03	39.35	1.07

For bedre Oversigts Skyld er i følgende Tabel sammenstillet de observerede og beregnede Delingsfeil (h — h') — tilligemed deres Differentser:

Observations No.	Instrumentets No.	Sand Styrke.	h — h' beregnet.	h — h' observeret.	Differents.
1	1	84.63	0.45	0.43	+ 0.02 %
	2		0.49	0.59	— 0.10
	3		0.63	0.63	0.00
2	1	69.81	0.52	0.44	+ 0.08
	2		0.57	0.60	— 0.03
	3		0.75	0.76	— 0.01
	4		0.40	0.44	— 0.04
3	1	56.2	0.63	0.34	+ 0.29
	2		0.86	0.63	+ 0.23
	3		0.45	0.47	— 0.02
4	1	49.21	0.69	0.57	+ 0.12
	2		0.70	0.78	— 0.08
	3		0.88	0.88	0.00
	4		0.49	0.40	+ 0.09
5	1	40.42	0.79	0.91	— 0.12
	2		0.80	0.90	— 0.10
	3		1.03	1.07	— 0.04

Overeensstemmelsen mellem de iagttagne og beregnede Delingsfeil maa ansees særdeles tilfredsstillende; thi naar man undtager de under No. 3 i sidste Tabel angivne Værdier (der ifolge en Bemærkning i Forfatterens Observationsbog ere usikkre paa Grund af en mindre noiagtig Be-

stemmelse af Spiritusens sande Styrke), saa stiger Forskjellen mellem begge blot i to Tilfælde til 0.12 %, nemlig for Geisslers Normal-Alkoholometer i de to sidste Sammenligninger, hvilket paa Skalaen kun udgjør omtrent 0.2 m.m. Omendskjønt dette Instrument — som oven bemærket — er forsynet med Attest fra det preussiske Justeerkammer om at være prøvet eftnr Brissons Methode og befundet rigtigt, saa er det dog usikkert, om man derved har taget Hensyn til saa smaa Afvigelser som $\frac{1}{10}$ % — (heller ikke var Instrumentet paa denne Maade bleven prøvet af Forfatteren. For Greiners Alkoholometer (No. 3) og Nissens (No. 4), hvor denne Prøve var foretagen, er Forskjellen stedse mindre end $\frac{1}{10}$ %, skjønt de ere saa forskjellige med Hensyn til Skalaens Længde og Rørets Diameter. Enhver, der har beskjæftiget sig noget med Brugen af Alkoholometeret eller lignende Instrumenter, vil vide, at det er meget vanskeligt at kunne aflæse Standen til en Nøiagtighed af 1 — 2 Tiendedele Procent, deels paa Grund af Skaladelens ulige Længde og den Træghed, hvormed Instrumentet bevæger sig i Vædsken. Ovenstaaende Resultater ere desuden udledede af saa mange forskjelligartede Iagttagelser, saasom Maalning af Capillairhøiden H, af Rørenes Diameter, Vædskens specifike Vægt o. s. v., at de uundgaaelige Observationsfeil, om de tilfældigvis faldt til samme Side, vilde frembringe større Feil end en Tiendedeel Procent.

MAGNETISKE UNDERSÖGELSER, ANSTILLEDE MED W. WEBER'S DIAMAGNETOMETER.

Af

Adam Arndtsen,

Adjunkt ved Christiania Universitet.

[illegible]

[illegible]

[illegible]

Magnetiske Undersögelser, anstillede med W. Weber's Diamagnetometer.

Af

Adam Arndtsen,

Adjunkt ved Christiania Universitet.

Man antog tidligere som en almeengjældende Lov, at Jernets Magnetisme stedse voxede proportional med de paa samme virkende magnetiserende Kræfter — en Mening, der fornemmelig støttede sig til Undersøgelser af *Lenz* og *Jacobi*[1]). *J. Müller*[2]) i Freiburg har senere paaviist, at denne Lov kuns har en meget indskrænket Gyldighed, — nemlig for meget tykke Jernstave og for svage magnetiserende Kræfter, — og at derimod i Almindelighed Jernets Magnetismus ved voxende magnetiserende Kræfter omsider nærme sig en Grændseværdi, som aldrig kan overskrides. — Allerede før *Müller* var *Joul*[3]) kommen til et lignende Resultat. *Buff* og *Zamminer*[4]) gjentoge imidlertid *Müllers* Forsøg og fandt dem ikke bekræftede; de troede tvertimod ved sine Forsøg at have beviist, at Jernets Magnetismus virkelig tiltager proportional med den magnetiserende Kraft. Endelig har *W. Weber* behandlet det samme Spørgsmaal i sine „*Elektrodynamische Maassbestimmungen* — insbesondere *Diamagnetismus*" [5]), hvor han først forklarer den tilsyneladende Modsigelse mellem Müllers og *Buff's* & *Zamminer's* Forsøg — og dernæst beskriver en af ham selv anstillet Forsøgsrække, der sætter det udenfor al Tvivl, at Jernets Magnetismus ved stærke magnetiserende Kræfter ikke

[1]) Petersburger Academiets „*Bull. scieent.*" 4de D.
Pogg. *Annalen d. Physik und Chemie*, B. XLVII, S. 225.
Do Do. B. LXI. S. 254.

[2]) *Bericht über die neuesten Fortschritte der Physik*, S. 494.
Poggendorffs Annalen, B. 79, S. 337.

[3]) *The Annals of Electricity* etc. by W. Sturgeon, vol. V, p. 472.

[4]) *Annalen der Chemie und Pharmacie* von Liebig, Wøhler und Kopp, Bd. 75, S. 83.

[5]) *Abhandlungen der math. phys. Klasse der Königl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften.* Erster Band, S. 566 o. s. v.

tiltager proportional med disse, men — saaledes som Müller havde fundet — nærmer sig assymptotisk en Grændseværdi.

Dette af Weber faststillede Factum spiller en vigtig Rolle i Læren om Magnetismens Theorie — eller rettere med Hensyn til Afgjørelsen af hvilken af de for samme opstillede Hypotheser maa ansees for den sandsynligste. I den citerede Afhandling udvikler nemlig sidstnævnte Forfatter, at ifølge denne Lov for Jernmagnetismens Tiltagen i Forbindelse med den ligeledes af ham selv constaterede Polaritet hos Diamagneter (Wismuth) med den største Sandsynlighed fremgaaer, at Magnetismen overeensstemmende med Ampère's Theorie har sin Grund i *constante Molecularstrømme, som cirkulere omkring de mindste Jernpartikler, og hvis Baner kunne dreies i alle Retninger.*

Nu er saavidt mig bekjendt Jern det eneste af de magnetiske Legemers talrige Klasse, hvormed deslige Forsøg ere anstillede, hvilket ikke har sin Grund deri, at saadanne Undersøgelser for andre Legemers Vedkommende skulde frembyde mindre Interesse end Jernet; — thi det forekommer mig tvertimod som et vigtigt Moment med Hensyn til Magnetismens Theori at afgjøre, om hiin Lov for Jernets Magnetismus er en speciel for dette eller for en Deel magnetiske Legemer, eller om den (hvad man a priori maa antage) har en almeen Gyldighed for alle paramagnetiske Legemer uden Undtagelse.

Grunden til, at saadanne Undersøgelser mangle, ligge rimeligviis alene i den Omstændighed, at man her i Regelen vil have med meget svage Kræfter at gjøre, og at man indtil i den sidste Tid har savnet experimentelle Hjælpemidler, som vare skikkede til med Nøiagtighed at maale saa svage magnetiske Kræfter. Dette Savn er nu paa det Fuldstændigste fjernet ved det af Professor W. Weber yderst sindrigt construerede *Diamagnetometer* — en Benævnelse, der hidrører fra Instrumentets oprindelige Bestemmelse: at tjene til Undersøgelse over Diamagnetismens Væsen. Men det følger af sig selv, at det med lige stor Nytte maa kunne benyttes til Undersøgelse af saadanne paramagnetiske Legemer, hvis magnetiske Intensitet staaer i et passende Forhold til Instrumentets store Ømfindtlighed.

Da jeg derfor under mit Ophold i Göttingen havde Anledning til nærmere at studere og benytte dette Instrument, anstillede jeg med samme en Række Forsøg, hvis Hovedøiemed var at undersøge, hvorvidt hiin Lov for Jernets Magnetismus lod sig paavise for andre, svagere magnetiske Legemer saavel i fast som flydende Agregattilstand.

Allerede under de herhen hørende forberedende Forsøg fremstillede sig et uventet og ved første Blik gaadefuldt Phænomen, som dog øiensynligt maatte have sin Grund i Instrumentets eiendommelige Construction. At løse denne Gaade paa en tilfredsstillende Maade, saa at jeg kunde siges at være Herre over Instrumentet, stillede sig derfor som den første og nødvendigste Opgave. Jeg maatte altsaa først underkaste Instrumentet selv et grundigt Studium, hvilket i og for sig frembød lige saa meget Interessant som Undersøgelsens Hovedgjenstand — saameget mere som det snart lykkedes mig at give en simpel, men tillige fuldkommen tilfredsstillende Forklaring. Da denne Forklaring danner et vigtigt og nyt Moment med Hensyn til Instrumentets Theori, vil jeg i de følgende Linier (i Artikel II) i Korthed meddele samme, efterat have forudskikket en Beskrivelse

af Instrumentets mekaniske Indretning. Jeg vil da ogsaa paavise, hvor vigtigt det Kjendskab til Instrumentet er, som derved er vundet — og hvilke Feilgreb der uden dette Kjendskab kan begaaes.

I.

Beskrivelse over Webers Diamagnetometer.

Webers Diamagnetometer er fremstillet i Fig. 1; *AB*, *A'B'* forestiller Begrændsningen af en rectangulair Kasse, hvis Vægge ere af Glas, saa at alle indre Dele kunne sees gjennnm samme. Kassens bagre Væg har saavel opad som nedad halvcirkelformige Forlængelser, som ved Hjælp af to stærke Messingskruer *C* og *C'* fæstes til en Væg, saa at Instrumentet indtager en vertikal Stilling. Alle øvrige Dele ere fast forbundne med Kassens bagre Væg, medens den forreste Væg dannes af en Glasdør, som efter Forgodtbefindende kan aabnes og lukkes. *D* og *D'* ere to faste Tridser, hvorom gaae to Silkesnore *ss* og *s's'*, imellem hvilke man fæster de Legemer (magnetiske eller diamagnetiske), som skulle undersøges — og som man helst giver Formen af to Cylindere *mn* og *op*. (Har man med stærkere magnetiske Legemer at gjøre, følger det af sig selv, at man kun anbringer en enkelt saadan Cylinder). *EE* og *E'E'* ere to cylinderiske Messingsøiler, der ere omviklede med to Lag af overspunden Kobbertraad; de øverste Ender af disse Søiler forlænge sig til *F* og *F'*, hvor de ere forbundne med et Tværstykke *FF'* af Messing. Fra Midten af dette Tværstykke, der her er gjennemboret, gaaer et smalt Messingrør opad fra *G* til *H*, hvor der er anbragt en Torsionskreds *H*. Til denne er fæstet en Kobbertraad, som bærer et astatisk Magnetsystem, hvoraf paa Figuren kun sees den ene Naal *NS*.

Fig. 2 fremstiller et horizontalt Gjennemsnit af Instrumentet i Høide med det astatiske Naalepar. De to Magneter *NS* og *N'S'* ere forbundne ved et Tværstykke af Messing, til hvis Midtpunkt *P* den ovennævnte Kobbertraad er fæstet. Man seer af Figuren, at begge Magnetiseringsspiralerne ere stillede mellem to og to Magnetpoler — og fremdeles, at de to Magneter her hænge i et og samme Horizontalplan og ikke som sædvanligt i det samme Vertikalplan. *M* (Fig. 1 og 2) er et lidet Planspeil og *W* en Modvægt; Naalens Stand eller Bevægelser observeres efter Gauss's Methode ved Hjælp af Kikkert og Skala. *aa'* og *bb'* (Fig. 1) er en rectangulair Kobberkasse, der tjener som Dæmper.

Forbinder man Traadenderne *z* og *k* med Polerne af en galvanisk Kjæde, maa Strømmen gjennemløbe de to Magnetiseringsspiraler *EE* og *E'E'* (Fig. 1), som da efter bekjendte elektromagnetiske Love kunne betragtes som to vertikale Magneter. Disse Spiraler ere derhos viklede saaledes, at de have deres ensartede Poler til modsatte Kanter. Som Følge heraf vilde de, hvor stærk en Strøm der end cirkulerede gjennem dem, ingen Virkning kunne udøve paa den astatiske Magnetnaal, forudsat at denne befandt sig i en fuldkommen symmetrisk Stilling til begge Spiraler — og at begge Naale vare fuldkommen lige stærke. En saadan absolut Symmetri er nu en praktisk Umulighed — og som Følge heraf vil der altid blive nogen Virkning tilbage, som vil bringe Magnetsystemet ud af den normale Ligevægtsstilling. Dette sidste Spor af Virkning kan man nu let hæve

derved, at man i nogen Afstand fra Instrumentet (i Hoide med Magnetnaalen) anbringer en tredie horizontal Traadrulle, den saakaldte *Correctionsrulle*, gjennem hvilken man leder den samme Strøm, som cirkulerer gjennem Diamagnetometeret. Ved at bringe denne Rulle i en passende Stilling og Afstand kan man paa det Fuldstændigste compensere hiin sidste Rest af elektromagnetisk Virkning, — og man har da et System af Ledere, gjennem hvilket man kan sende den allerstærkeste elektriske Strøm, uden at den kan udøve nogen mærkelig Virkning paa det yderst omfindtlige Naalepar. Befinder sig indeni Spiralerne magnetiske eller diamagnetiske Legemer, er man sikker paa, at de observerede Virkninger hidrore ene og alene fra disse Legemer.

Anbringer man paa den oven beskrevne Maade to Cylindre af en magnetisk Substants i Magnetiseringsspiralernes Indre, blive de magnetiserede og erholde — ligesom Spiralerne selv — sine ensartede Poler til modsatte Kanter. Indtage de da fremdeles den i Fig. 1 antydede symmetriske Stilling, kunne de ligesaalidt som de elektriske Spiraler udøve nogen Virkning paa Magnetnaalen. Dreier man derimod Tridsen D' saaledes, at Cylindrene indtage den i Fig. 3 antydede Stilling, saa virke de begge med ensartede Poler (f. Ex. Sydpoler) paa det astatiske Magnetsystem; — hver af dettes fire Poler ville da paavirkes af de to Sydpoler paa en saadan Maade, at det hele System formedelst enhver af disse Virkninger dreier sig til den samme Kant, hvilket tydeligt nok kan sees af Fig. 5. Dreier man Tridsen til den modsatte Side, ville Cylinderne indtage Stillingen Fig. 4; i dette Fald virke altsaa to Nordpoler paa det astatiske Magnetsystem — og man erholder følgelig et Udslag til den modsatte Side.

Ifolge det nu constaterede Factum, at Diamagneter — ligesaavel som almindelige Magneter — besidde Polaritet, er det klart, at en lignende Virkning vil indtræde, naar to Cylindre af en diamagnetisk Substants (f. Ex. Wismuth) anbringes i Magnetiseringsspiralerne paa den beskrevne Maade, — kun med den Forskjel, at man under forøvrigt lige Omstændigheder vil have de modsatte Udslag. Intet er altsaa lettere end med dette Instrument at afgjøre, om en Substants er paramagnetisk eller diamagnetisk; — man behøver kun ved en given Strømretning og en given Stilling af det undersøgte Legeme at afgjøre, om Naalens Udslag skeer i samme eller i modsat Retning af den, som under samme Omstændigheder vilde finde Sted, naar man hængte et Par Jerncylindre ind i Spiralerne.

II.

Bidrag til Diamagnetometerets Theorie.

Jeg har allerede i Indledningen bemærket., at der meget snart under de med ovenbeskrevne Instrument anstillede Forsøg optraadte et Phænomen, som syntes ganske gaadefuldt. Dette bestod deri, at Magnetnaalens Svingetid, som var omtrent 32 Secunder, naar ingen Strøm cirkulerede gjennem Instrumentet, tiltog til 35, 38, 42, 45 lige til næsten 51 Secunder, naar der ledede en galvanisk Strøm (af en Intensitet lig respective 17, 30, 40, 47 og 57) gjennem de to Magnetiseringsspiraler. I dette Fald havde altid Strømmen den i Fig. 6 antydede Retning, hvor NS og $N'S'$

betegner de to Magnetiseringsspiraler og *ns* Correctionsrullen, som var stillet i en Afstand af omtrent 500 Millimetre nordlig fra den astatiske Magnetnaal. Denne Strømretning vil jeg i det Følgende betegne som *positiv*.

Det laa uu nær at undersoge, om Svingetiden ogsaa var afhængig af Strømmens Retning, foruden af dens Intensitet. Strommen blev derfor commuteret og en lignende Række Svingetidsbestemmelser udfort ved *negativ* Strømretning (se Fig. 7), hvorved der viste sig det mærkelige Resultat, at Svingetiden nu — istedetfor at tiltage — stadig aftog med voxende Strømstyrke.

Da der kunde være nogen Grund til at formode, at disse betydelige Variationer ialfald for en Deel vare foraarsagede ved den elektromagnetiske Virkning af Correctionsrullen, blev denne udskudt af Ledningen og atter Svingetiden undersøgt ved forskjellige Strømintensiteter saavel ved positiv som negativ Strømretning. Resultatet blev da i det Væsentlige det samme som for — dog med den Forskjel, at Svingetiden ved den negative Strømning var noget mindre, ved positiv Strømning derimod noget storre end da Correctionsrullen var i Virksomhed.

I Fig. 8 er givet en graphisk Fremstilling af Svingetidens Afhængighed af Strømstyrken — saavel med som uden Correctionsrulle — og i nedenstaaende Tabel findes sammenstillet de ved meget forskjellige Strømintensiteter fundne Svingetider, tilligemed en Deel Bestemmelser af det *logarithmiske Decrement*, hvis Kjendskab er af lige saa megen Vigtighed som Svingetiden. Det bemærkes, at Strømstyrken, som er udtrykt i absolute Eenheder (efter Weber), bestemtes ved Hjælp af en Tangentboussole af store Dimensioner — med en med Speil forsynet Naal, hvis Udslag observeredes ved Kikkert og Skala.

Strømintensitet.	Svingetid. med Correctionsrulle.	Svingetid. uden Correctionsrulle.	Decrem. log.
— 54.133	—	23″.63	
— 53.800	26″.70	—	0.2815774
— 46.278	—	23.66	
— 41.808	27.90	—	
— 34.612	—	25.00	
— 30.498	28.77	—	
— 19.071	—	27.89	
— 17.593	30.27	—	
0.000	32.37	32.37	0.3414597
+ 17.378	35.16	—	0.3765971
+ 18.062	—	37.25	
+ 29.982	38.25	—	0.4122627
+ 30.468	—	50.50	
+ 40.521	41.91	—	0.4469645
+ 40.691	—	54.00	
+ 47.012	44.85	—	0.4625535
+ 49.133	—	60.75	
+ 57.660	50.87	—	0.5148676

Man seer heraf, hvor regelmæssigt Svingetiden tiltager med Strømstyrken (fornemmelig naar Correctionsrullen er i Virksomhed) — og tillige, at det logarithmiske Decrement, hvad man a priori kunde vide, tiltager fuldkommen proportional med Svingetiden.

Resultaterne af de anførte Forsøg kunne kort sammenfattes i følgende 5 Punkter:

1) Ved positiv Strømretning (Fig. 6) voxer Svingetiden med Strømstyrken;

2) Ved negativ Strømretning (Fig 7) aftager Svingetiden med voxende Strømintensiteter;

3) Dette finder Sted saavel naar Correctionsrullen er indskudt i Ledningen som uden samme — dog med den Forskjel, at i sidste Fald Differentserne i Svingetiden ere end større end i første. Eller med andre Ord:

4) Correctionsrullen formindsker Svingetiden ved positiv Strømretning;

5) Correctionsrullen forøger Svingtiden ved negativ Strømretning.

Til disse Facta komme fremdeles følgende:

6) De to Magnetstave, som danne det astatiske System, ere ulige stærke: Den Magnet, hvis Nordende er rettet mod Norden, er den overveiende; thi naar man nærmer en Magnetpol til det astatiske Naalepar, saa forholder dettes nordlige Ende sig som en Nordpol; den sydlige som en Sydpol — og det lige meget, hvad enten man nærmer hiin Magnetpol fra den østlige eller vestlige Side.

7) Ved at tælle Vindingernes Antal, viste det sig, at begge Magnetiseringsspiralernes øvre Halvdele havde et større Antal Vindinger end de nedre. Paa den nordlige Spirals øvre Halvdeel gaar saaledes 95 Vindinger paa 211 m.m, paa den anden Halvdeel kun 93 Vindinger paa samme Længde; paa den sydlige Spiral gaar 99 Vindinger paa 216.3 m.m paa den øvre Halvdel, derimod paa den nedre Halvdeel 99 Vindinger paa 226.3 m.m.

8) Begge Spiralers øvre Halvdele ere altsaa overveiende over de nedre.

9) Ved positiv Strømretning har den nordlige Spiral sin Nordende opad — følgelig den sydlige Spiral sin Sydpol til samme Kant; fremdeles har Correctionsrullen i dette Fald sin Sydpol mod Syd (Fig. 6). Ved negativ Strømretning er naturligviis Alt omvendt (Fig. 7).

10) Ved en positiv Strøm (Intensitet = 40) fandtes Svingetiden = 41″. Idet nu Naalen hævedes 5 m.m over den normale Stand, aftog Svingetiden til 35.″5; derimod tiltog den til 53″, efterat Naalen var sænket 3 m.m under Normalstillingen. Sænkedes Naalen endnu 2 m.m lavere, indtog den ingen stabil Ligevægtsstilling, men laa an enten mod den ene eller den anden Søile.

Støttet til disse 10 Facta forklarer jeg den hele Sag paa følgende Maade:

11) Svingetidens Foranderlighed forudsætter nødvendigviis Forandringer i de paa det astatiske Naalepar virkende Directionskræfter. Disse ere: a) Suspensionstraadens *Torsionskraft;* b) *den jordmagnetiske Directionskraft;* c) *den elektromagnetiske Directionskraft*, som deels hidrører fra de to vertikale Magnetiseringsspiraler, deels fra Correctionsrullen.

Ovenfor i Artikel 1 er sagt, at Correctionsrullen compenserer den af Magnetiseringsspiralerne resulterende Virkning paa Magnetnaalen; denne Compensation gjælder imidlertid kun Naalens Afbøining — ikke den paa samme virkende Directionskraft; thi det er indlysende, at den ved Spira-

lerne bevirkede Afbøining kan være hævet paa samme Tid som de udøve en større eller mindre Directionskraft paa samme.

Af de ovennævnte tre forskjelligartede Directionskræfter er det kun den sidste (*den elektromagnetiske*), som kan forandre sig med Strømmens Intensitet og Retning.

12) Ifølge 6 kan det astatiske Naalepar betragtes som en svag Magnet med sin Nordende mod Norden; — Jordmagnetismen udøver altsaa en vis Directionskraft paa samme. Ifølge 9 har ved positiv Strømretning den nordlige Spiral sin Nordende opad, — og dens Nordpol er ifølge 7 overveiende over den tilsvarende Sydpol; den af den nordlige Spiral resulterende Virkning er altsaa den samme som om man fra Norden nærmede en Nordpol; denne vil modvirke ɔ: formindske den jordmagnetiske Directionskraft — og Naalens Svingetid tiltager følgelig med Strømintensiteten (cfr. No. 1). Denne Virkning understøttes af den sydlige Spiral, da denne i dette Fald har en overveiende Sydpol.

13) Ved positiv Strømretning har fremdeles Correctionsrullen sin Sydende mod Syd; den forøger altsaa Directionskraften: d. e. ved positiv Strømretning maa Svingetiden med Correctionsrulle være mindre end uden samme (cfr. No. 4).

14) Ved negativ Strømretning har den nordlige Spiral sin Sydende opad (Fig. 2); nu er altsaa den resulterende Virkning den samme som af en sydmagnetisk Pol, nærmet fra Norden. Som Følge heraf er nu Directionskraften forøget og Svingetiden aftager med voxende Strømstyrke (cfr. No. 2).

15) Ved negativ Strømretning har fremdeles Correctionsrullen sin Nordpol mod Syden; den formindsker altsaa Directionskraften: d. e. ved negativ Strømretning er Svingetiden med Correctionsrulle større end uden samme (cfr. No. 5).

Hæves Naalen over den sædvanlige Stand, komme — relativ til samme — færre Vindinger paa Spiralernes øvre Halvdele; disses overveiende Virkning formindskes altsaa, naar man hæver Naalen — og omvendt forøges, naar man sænker samme. Ved positiv Strømretning maa altsaa Svingetiden aftage, naar Naalen hæves, og omvendt tiltage, naar den synker (cfr. 10).

Man seer altsaa, at Phænomenets Forklaring er givet i følgende to Punkter, nemlig: for det Første, at *de to Magnetnaale, som danne det astatiske System, ere ulige stærke*, og for det Andet, at *begge Spiraler have flere Vindinger paa den øvre Halvdeel end paa den nedre.*

Er nu saaledes Aarsagen til Svingetidens Foranderlighed funden, saa er derved med det samme givet, hvorledes man maa søge at hæve samme, hvilket imidlertid ikke er nødvendigt, da man jo ved hver enkelt Observation kan bestemme Svingetiden og derpaa reducere alle Observationer til en og samme Svingetid — (saaledes som i alle følgende Forsøg er skeet). Herved er endnu at bemærke, at Svingetiden forandrer sig saa regelmæssigt med Strømstyrken, at den med fuldkommen Sikkerhed lader sig udtrykke ved en qvadratisk Ligning af Formen

$$t = a + bi + bi^2,$$

hvor t betegner Svingetiden, i Strømstyrken; a, b og c Constanter. Efter de mindste Qvadraters Methode fandtes (for positiv Strømretning)

$$a = 32''.61;$$
$$b = 0.04959;$$
$$c = 0.004568;$$
$$\text{altsaa: } t = 32''.61 + 0.04959\ i + 0.004568\ i^2:$$

Som Prøve paa, hvor nær de efter denne Formel beregnede Værdier for Svingetiden stemme med de observerede, anføres følgende Tabel:

Strømstyrke.	Svingetid.		Diff.
	beregnet.	observeret.	
17.378	34.″85	35.″16	+ 0″.31
29.982	38.20	38.25	+ 0.05
40.521	42.12	41.91	— 0.21
47.012	45.03	44.85	— 0.18
57.660	50.66	50.87	+ 0.21

Til Slutning vil jeg endnu kun bemærke, at denne Foranderlighed i de paa Diamagnetometeret virkende Directionskræfter frembyder en vis praktisk Fordeel. Har man nemlig at gjøre med meget svage magnetiske Kræfter, saa lader man Strømmen cirkulere i den ovenfor som positiv betegnede Retning, hvorved Directionskraften formindskes — altsaa Instrumentets Ømfindtlighed forøges. Er derimod det undersøgte Legeme stærkere magnetisk, saa vælger man den negative Strømretning, som formindsker Ømfindtligheden. I de følgende Forsøg har jeg havt Leilighed til med Fordeel at benytte dette lille Kunstgreb.

III.

Bemærkning til Professor Tyndall's seneste Forsøg over Diamagnetismen.

Professor J. Tyndall har for et Aars Tid siden publiceret*) en længere Række Forsøg, anstillede med et Webersk Diamagnetometer, som var bygget efter fuldkommen samme Mønster og af samme Mechanikus som det ovenfor beskrevne Instrument.

Side 244 i det citerede Bind anføres en Forsøgsrække med Wismuth, hvori successive anvendtes en Strøm af 2, 3 og 4 Elementer, medens dog — mærkværdigt nok — de observerede Virkninger i alle tre Tilfælde bleve nøiagtig de samme.

Dette Resultat lader sig imidlertid let forklare efter det, som jeg har anført i Artikel 2. Uden Tvivl findes ved Tyndall's Apparat en lignende Mangel paa Symmetrie som ved det af mig benyttede. Tilfældig har Hr. Tyndall anvendt den ovenfor som negativ betegnede Strømretning, hvor Direktionskraften tiltager med Strømintensiteten. Naar nu fremdeles — ifølge heraf — Naalens Ømfindt-

*) *Philosophical Transactions* etc. Vol. 146, part. 1 (1855), pag. 237.

lighed aftager i samme Forhold som Wismuth-Diamagnetismen tiltager, saa følger det af sig selv, at de observerede Virkninger altid maa blive de samme — uafhængig af Strømstyrken.

IV.

Bestemmelse af Diamagnetometerets magnetiserende Kraft.

Har man — som i de følgende Forsog — bestemt Intensiteten af den gjennem en Magnetiseringsspiral cirkulerende Strøm efter absolut Maal,*) og man tillige kjender Spiralens Dimensioner samt Vindingernes Antal, kan den i Spiralens Indre virkende magnetiserende Kraft udtrykkes i absolute magnetiske Eenheder, hvilket har den Fordeel, at den kan sammenlignes med andre bekjendte magnetiske Kræfter.

Ved det her benyttede Instrument var Magnetiseringsspiralernes Længde = 499.2 Millimetre; de bestode fremdeles af to Lag, hvert paa 223 Vindinger; den indre Radius var lig 12.96 Millimetre, den ydre Radius = 17.6 Millimetre.

Betegner r Radien i en bestemt Vinding af en elektrisk Spiral, x Afstanden mellem denne Vindings Centrum og Spiralens Midte, $r.d\varphi$, Længden af et Strømelement og i Strømstyrken, saa er som bekjendt den af dette Strømelement i Spiralens Midtpunkt udøvede Kraft =

$$\frac{ir^2 d\varphi}{(r^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}}.$$

Den hele Vinding udøver altsaa en Kraft =

$$\frac{2\pi r^2 i}{(r^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}}.$$

Betegner man nu fremdeles Vindingernes Antal med n og Spiralens Længde med 2a, saa er den af den hele Spiral i sammes Midte udøvede Kraft =

$$X = 2\pi r^2 i \, \frac{n}{2a} \int_{-a}^{+a} \frac{dx}{(r^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}}.$$

Sætter man $\sqrt{\frac{r^2 + x^2}{x^2}} = z,$

saa er: $x = \frac{r}{(z^2 - 1)^{\frac{1}{2}}};$

$$dx = -\frac{zr\,dz}{(z^2 - 1)^{\frac{1}{2}}};$$

$$(r^2 + x^2)^{\frac{3}{2}} = \frac{z^3\, r^3}{(z^2 - 1)^{\frac{3}{2}}}.$$

*) Den af Weber indførte Eenhed for Strømintensitet er som bekjendt „Intensiteten af en Strøm, som, naar den omkredser en Flade = 1, efter elektromagnetiske Love udøver den samme Virkning (paa store Afstande) som en Magnet, hvis magnetiske Moment er = 1."

Cfr. *Elektrodynamische Maassbestimmungen*, insbes. *Widerstandsmessungen* — S. 219; samt „*Resultaten aus den Beob. d. magn. Vereins*" von Gauss und Weber — 1840 — S. 86.

Altsaa er: $$\int \frac{dx}{(r^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} = -\frac{1}{r^2}\int \frac{dr}{z^2} = \frac{1}{zr^2};$$

$$\frac{1}{z} = \frac{x}{\sqrt{r^2 + x^2}}$$

altsaa $$\int \frac{dx}{(r^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} = \frac{x}{r^2 \sqrt{r^2 + x^2}},$$

og $$\int_{-a}^{+a} \frac{dx}{(r^2 + x^2)^{\frac{3}{2}}} = \frac{x}{r^2 \sqrt{r^2 + a^2}};$$

$$X = \frac{2\pi n i}{\sqrt{a^2 + r^2}}.$$

I det foreliggende Fald har Spiralen to Lag; folgelig er, naar man indforer de ovenfor angivne Dimensioner:

$$X = 2\pi i.\ \ 223.\ \ \frac{2}{4,64}\int_{12.96}^{17.6} \frac{dr}{\sqrt{a^2 + r^2}}$$

Sætter man her: $$\sqrt{a^2 + r^2} = x + r,$$

saa er: $$r = \frac{a^2 - x^2}{2x},$$

$$dr = -\frac{x^2 + a^2}{2x^2}\,dx,$$

$$\sqrt{a^2 + r^2} = \frac{a^2 + x^2}{2x};$$

altsaa $$\int \frac{dr}{\sqrt{a^2 + r^2}} = -\int \frac{dx}{x} = -\log nat\,(x)$$

$$= -\log nat\,(\sqrt{a^2 + r^2} - r).$$

Indsættes Grændserne, erholder man:

$$X = 11.205 \times i.$$

Man finder altsaa den magnetiserende Kraft udtrykt i absolute magnetiske Eenheder ved at multiplicere Stromstyrken med Factoren 11.205. Noiagtig gjælder dette Udtryk kun for Spiralernes Midtpunkt; naar imidlertid disse — som i nærværende Tilfælde ere meget lange i Sammenligning med de Legemer, som magnetiseres ved samme, kan man uden mærkelig Feil antage hiin Kraft som constant for hele det Rum i Spiralens Indre, som optages af de undersogte Legemer.

V.

Bestemmelse af Diamagnetometerets Reductionsfactor.

Anbringer man paa den i Artikel 1 beskrevne Maade magnetiske Legemer i Diamagnetometerets Spiraler, erholder man Udslag af Magnetnaalen, hvis Storrelse ifolge det Foregaaende er be-

tinget deels af Strømstyrken — og deels af det undersøgte Legemes Magnetismus. Overskrider ikke Virkningen en vis Grændse, kan man uden mærkelig Feil antage de observerede Udslag (reducerede til samme Svingetid) som proportionale med de Kræfter, der frembringe samme.

For nu at kunne sammenligne de med Diamagnetometeret maalte Kræfter med andre bekjendte magnetiske Kræfter, maa man bestemme den Factor, hvormed Instrumentets i Skaladele eller Buegrader udtrykte Angivelser maa multipliceres, for at reduceres til absolute magnetiske Eenheder.

Man kunde mene, at dette simpelthen lod sig gjøre paa den Maade, at man istedetfor de undersøgte Legemer anbragte en liden Staalmagnet, hvis magnetiske Moment forud var bestemt, i en af Magnetiseringsspiralerne, — og da observerede den Virkning, som denne bekjendte Magnetismus frembragte. Denne Fremgangsmaade er imidlertid af den Grund ganske uanvendelig, at selv den svageste Staalmagnet vilde være *meget* for stærk for dette omfindtlige Instrument.

Derimod kan man istedetfor en Magnet anvende en elektrisk Spiral; denne vil, som bekjendt udøve den samme Virkning som en Magnet — men man har her den Fordeel, at man kan gjøre den anvendte elektriske Strøm saa svag det skal være og dog med den største Skarphed maale dens Intensitet. Kjender man derhos Spiralens Dimensioner og Vindingernes Antal, saa kan man af disse Data beregne dens Moment — og dette sammenlignet med den paa Diamagnetometeret udøvede Virkning giver da ligefrem den søgte Reductionsfactor.

Den i dette Øiemed benyttede Rulle var vunden af meget fiin Kobbertraad (hvis Diameter = 0.15 m.m) i 2 Lag omkring en Træsnelle — og havde forøvrigt følgende Dimensioner:

Længde = 141 Millimetre,
ydre Diameter = 21.18 —
indre — = 20.58 — ;
det *indre* Lag bestod af . . . 653 Vindinger,
- *ydre* —»— . . . 690 —

Deraf følger: *Summen af alle af samtlige Vindinger omsluttede Kredsflader* lig

460066 Qvadratmillimetre.

Ledes altsaa en Strøm af en Intensitet = i gjennem denne Spiral, saa er dens magnetiske Moment =

$$460066 \times i.$$

Denne Rulle anbragtes i Diamagnetometerets nordlige Magnetiseringsspiral og en yderst svag Strøm*) ledetes samtidig gjennem samme og en Tangentboussole med talrige (5635) Vindinger. Denne Tangentboussole er den samme, som blev benyttet af *Kolrausch* og *Weber* og som findes beskrevet i deres Afhandling „*Elektrodynamische Maassbestimmungen*, insbesondere *Zurückführung der Stromintensitätsmessungen auf mechanisches Maass.***)

*) Et Grove's Element fyldtes alene med reent Vand, og dog var Virkningen saa stærk, at ingen Maalning kunde foretages; Strømmen deeltes derfor derved, at begge Poler forbandtes umiddelbart ved en kort Kobbertraad, hvis Ledningsmodstand kuns udgjorde en yderst ringe Brøkdeel af Ledningsmodstanden i den lange Traadkjæde, som dannede den ovenbeskrevne Traadrulle og Tangentboussolen.

**) *Abhandlungen der mathematisch-physischen Classe der Königlich Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften.* 1856. S. 254 og 289.

Ifølge Side 259 i denne Afhandling er

$$\frac{D}{m} = 262.1 = d,$$

naar m betegner det magnetiske Moment af den lille i Vindingernes Centrum hængende Magnetnaal, og D det Dreiningsmoment, som en Strøm = 1 vil udøve paa Magnetnaalen, naar den cirkulerer gjennem samtlige Vindinger.

Cirkulerer nu en Strøm = i gjennem Multiplicatoren, og Naalen formedelst denne Strøm gjør et constant Udslag = φ, saa er det af denne Strøm frembragte Dreiningsmoment =

$$d\ i\ m\ .\ \cos\varphi,$$

medens det af Jordmagnetismen paa Naalen udøvede Dreiningsmoment er =

$$mT.\ \sin\varphi,$$

naar T betegner Jordmagnetismens horizontale Component; følgelig er:

$$m\,T.\sin\varphi = d\,i\,m.\cos\varphi,$$

og deraf

$$i = \frac{T}{d}.\ \tan\varphi,$$

$$i = \frac{1.81}{262.1}.\ \tan\varphi.$$

Idet jeg gaaer over til at anføre de anstillede Forsøg, bemærkes, at den i Magnetiseringsspiralen anbragte Traadrulle ved Hjælp af et med Tridsen D' (Fig. 1) forbundet Haandtag kunde hæves og sænkes — saaledes at enten den øvre eller nedre Ende af samme kom i Høide med den astatiske Magnetnaal. Den til hver af disse Stillinger svarende Stand af Naalen blev ikke afventet; derimod noteredes 3 a 4 Elongationer, og af disse blev Standen beregnet — saaledes som af følgende Tabel vil sees:

Traadrullens Stilling.	Naalens Elongationer.	Naalens Stand.	Middel.	Afbøining.
øvre	547.7 515.0 530.0 523.1	525.2 525.3 525.3	525.26	24.26
nedre	455.0 486.5 472.2 479.0	476.6 476.7 476.9	476.73	24.18
øvre	547.0 515.0 529.7 523.0	525.0 525.1 525.2	525.10	23.77
nedre	456.10 487.20 473.05 479.80	477.50 477.50 477.69	477.56	23.68

ovre	546.1 515.0 529.5 522.9	524.7 525.0 525.0	524.9	23.42
nedre	456.6 487.9 473.7 480.0	478.1 478.1 478.0	478.06	23.30
øvre	456.0 515.0 529.0 522.7	524.7 524.6 524.7	524.66	23.12
nedre	457.1 487.9 474.0 480.1	478.3 478.4 478.2	478.3	

Altsaa den midlere Afbøining:

$$E = 23.68 \text{ Skaladele.}$$

De i tredie Rubrik anførte Hvilestande ere beregnede efter Formelen:

$$p = x' - \frac{\theta}{1+\theta} \cdot (x' - x),$$

hvor p betegner den søgte Hvilestand, x' og x to paa hinanden følgende Elongationer og log. $\frac{1}{\theta}$ det logarithmiske Decrement, hvilket i nærværende Fald var = 0.34146.*)

Da fremdeles Naalens Svingetid var lig 32.5 Secunder, og da alle i det Følgende anførte Observationer ere reducerede til en Svingetid = 30″, saa maa den samme Reduction ogsaa her foretages. Det reducerede Udslag findes da =

$$\frac{30^2}{32.5^2} \cdot 23.68 = 20.18 \text{ Skaladele**)}.$$

Umiddelbart før og efter hver Observation ved Diamagnetometeret aflæstes Tangentboussolens Stand: den midlere Afbøining fandtes derved =

275.56 Skaladele,

og da Afstanden mellem Speil og Skala var = 998.69 Skaladele, saa findes deraf Afbøiningsvinkelen =

$$\varphi = 7^0\ 37'\ 54'';$$

*) Cfr. Gauss — *Resultate aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins* — 1837 — S. 78.

**) Den horizontale Afstand mellem Speil og Skala var her som i det Følgende =

4145.4 Millimetre,

og 1000 Skaladele vare = 1004.3 Millimetre.

altsaa Strømstyrken =

$$i = \frac{1.81}{262.1} \cdot \text{tang } 7^0\ 37'\ 54'' = 0.0009253,$$

og endelig Spiralens magnetiske Moment =

$$M = 460066 \times 0.0009253 = 425.70.$$

Da nu dette Moment frembragte et Udslag = 20.18 Skaladele, saa findes deraf den søgte Reductionsfactor =

$$f = \frac{425.7}{20.18} = 21.095.$$

Ved et senere Forsøg fandtes paa samme Maade ved en Strømintensitet = 0.0004326

$$f = 21.263,$$

altsaa i Middel af begge Bestemmelser:

$$f = 21.179.$$

VI.

Forsøg med Jernvitriol*).

To cylinderiske Glasrør fyldtes med en concentreret Opløsning af Jernvitriol — og anbragtes paa den sædvanlige Maade i Diamagnetometerets Magnetiseringsspiraler.

Vædskesøilens Længde var = 141 Millimetre;
den midlere Diameter = 19.48 —

*) Til Bestemmelse af Strømstyrken anvendtes i disse Forsøg en almindelig Tangentboussole med en enkelt Ring af temmelig store Dimensioner. Magnetnaalen var forsynet med Speil, saa at dens Udslag observeredes ved Hjælp af Kikkert og Skala. Da Ringens midlere Radius var lig 302.75 Millimetre, findes Intensiteten af den gjennem samme cirkulerende Strøm =

$$i = \frac{T}{2\pi}\ 302.75.\ \text{tang } \varphi,$$

hvor T betegner Jordmagnetismens horizontale Component og φ Afbøiningsvinkelen.

Da der ofte anvendtes Strømme af betydelig Intensitet, bleve disse deelte, inden de traadte ind i Tangentboussolen. De to Grene, hvori Strømmen deeltes, bleve nøiagtigt afmaalte — saaledes at Modstanden i den Gren, hvoraf Tangentboussolen udgjorde en Deel (iberegnet Ringens egen Modstand), forholdt sig til Modstanden i den anden Gren som

$$9 : 1;$$

følgelig var den udeelte Strøm (som cirkulerede gjennem Diamagnetometeret) =

$$i = 10\ i',$$

naar i' betegner den Strømgreen, som maaltes med Tangentboussolen.

I Fig. 9 er givet en schematisk Fremstilling af Apparaternes Anordning: A er Diamagnetometeret, B Correctionsrullen, D Tangentboussolen, C den galvaniske Kjæde, E og F to Kikkerter og endelig H en liden Qvihsølvdaase, hvorved Strømmen med Lethed kunde aabnes og lukkes.

Den samlede Vægt af Opløsningen i begge Rør var =

102140 Milligram,

hvori indeholdtes

30089 Milligram Jernvitriol.*)

Hermed anstilledes nu følgende Forsøg:

No. 1.

$$i = 3.149;\ X = 35.28;\ t = 32.''82;$$

$$\log. \frac{1}{\theta} = 0.3556;\ \frac{\theta}{1+\theta} = 0.306.^{**})$$

Cylindrenes Stilling.	Naalens Elongationer.	Stand.	Middel.	Afbøining.
A***).	510.0 503.0 506.1 504.9	505.1 505.2 505.3	505.2	5.5
B.	489.8 496.2 493.3 494.6	494.2 494 2 494.2	494.2	5.4
A.	510.0 502.9 506.1 504.4	505 1 505.1 504.9	505.0	5.5
B.	489.6 496.1 493.1 494.5	494.1 494.0 494.1	394.05	

Altsaa den midlere Afbøining:

$$e = 5.5 \text{ Skaladele,}$$

den midlere Afbøining reduceret til en Svingetid $= 30''$

$$E = 4.6 \text{ Skaladele}$$

*) Det bemærkes, at en ikke ringe Deel Jernvitriol var udkrystalliseret paa Bunden af Rørene; disse vare nemlig fyldte i et varmt Værelse, medens Temperaturen i Observationssalen kun var et Par Grader over Nul.

**) Her som i det Følgende betegner i Strømintensiteten; X den magnetiserende Kraft = 11.205 × i (se Artikel 4); t = Naalens Svingetid og log. $\frac{1}{\theta}$ Decrementum logarithmicum.

***) Ved Stilling A forstaaes den i Fig. 4 antydede; ved B den modsatte (Fig. 3).

No. 2.

$i = 17.487$; $X = 195.94$; $t = 35.''16$; $\log. \frac{1}{\theta} = 0.3556$; $\frac{\theta}{1+\theta} = 0.306$.

Stilling.	Naalens Elongationer.	Stand.	Middel.	Afbøining.
A.	504.7 512.8 509.0	510.3 510.2	510.25	26.57
B.	468.0 452.0 459.7	456.9 457.3	457.10	27.32
A.	501.0 516.3 510.0	511.6 511.9	511.75	26.07
B.	470.0 454.8 461.9	459.5 459.7	459.60	

$e = 26.65$
$E = 19.40$.

No. 3.

$i = 29.018$; $X = 325.15$; $t = 37''.9$; $\log. \frac{1}{\theta} = 0.41226$; $\frac{\theta}{1+\theta} = 0.279$.

Stilling.	Elongation.	Stand.	Middel.	Afbøining.
A.	578.1 545.8 559.9 553.4	554.8 556.0 555.2	555.33	51.75
B.	411.6 467.9 445.5 454.0	452.2 451.7 451.6	451.83	

A.	595.1 538.6 561.9 552.2	554.4 555.4 554.9	554.90	51.53
B.	411.8 468.0 445.9 454.9	452.3 452.1 452.4	452.26	51.32

e = 51.53;
E = 32.28.

No. 4.

$i = 40.056$; $X = 448.83$; $t = 41.''93$; $\log \frac{1}{\theta} = 0.44696$; $\frac{\theta}{1 + \theta} = 0.263$.

Stilling.	Elongationer.	Stand.	Middel.	Afbøining.
A.	620.9 576.9 594.8 587.5	588.5 590.1 589.4	589.33	85.35
B.	358.0 439.5 412.0 421.0	418.1 419.2 418.6	418.63	83.83
A.	646.8 562.9 595.0 584.6	585.0 586.6 587.3	586.30	83.98
B.	358.0 439.8 410.7 421.0	418.3 418.4 418.3	418.33	

e = 83.83; E = 42.91

No. 5.

$i = 49.679; \; X = 556.65; \; t = 46.''34; \; \log \frac{1}{\theta} = 0.4778; \; \frac{\theta}{1 + \theta} = 0.249.$

Stilling.	Elongationer.	Stand.	Middel.	Afbøining.
A.	587.1 628.0 611.4	617.82 615.50	616.66	124.53
B.	378.9 364.2 368.3	367.9 367.3	367.60	121.02
A.	578.0 621.0 605.0	610.3 609.0	609.65	124.98
B.	378.4 354.0 361.6	360.08 359.07	359.89	

$e = 123.51; \; E = 51.76.$

No. 6.

$i = 53.649; \; X = 601.14; \; t = 48''.42; \; \log \frac{1}{\theta} = 0.4891; \; \frac{\theta}{1 + \theta} = 0.245.$

Stilling.	Elongationer.	Stand.	Middel.	Afbøining.
A.	606.9 627.1 619.4	622.2 621.3	621.75	148.80
B.	344.3 319.1 324.3	325.3 323.0	324.15	146.82
A.	583.9 629.5 613.4	618.3 617.3	617.80	146.47
B.	343.1 321.0 324.0	326.4 323.3	324.85	

e = 147.36; E = 56.56.

Multipliceres de reducerede Udslag (E) med Factoren f = 21.179 (se Artikel 5 — Slutning) erholder man Oplosningens Magnetismus = M efter absolut Maal. Dividerer man da fremdeles M med Massen (= 30089) af den i Oplosningen indeholdte Jernvitriol, saa erholder man sammes Magnetismus m, reduceret til Masseeenheden.

Udføres denne Regning, erholdes følgende Værdier:

No.	X	m
1	35.28	0.0032378
2	195.94	0.013655
3	325.15	0.022721
4	448.83	0.023991
5	556.65	0.036433
6	601.14	0.039811

Divideres hver af disse Værdier for m med den tilsvarende Værdi for X, saa erholder man

for No. 1	0.0000918
2	696
3	698
4	534
5	654
Middel =	0.0000693

Man seer heraf, at Magnetismen har tiltaget saa nær proportional med den magnetiserende Kraft, at de smaa Afvigelser fra fuldkommen Proportionalitet, som finde Sted, maa skrives paa Observationsfeils og andre uundgaaelige Feils Regning. Saadanne Feil kunne her være større end man skulde vente efter de fine Observationsmidler, da saa mange forskjellige Elementer komme i Betragtning, saasom Strømintensiteten, Naalens foranderlige Svingetid, og de undersøgte Legemers Temperatur.

Dette Resultat, Magnetismens Proportionalitet med den magnetiserende Kraft, stemmer nu ikke med, hvad man skulde vente efter Analogi med Jernets Magnetismus; — dog staaer det paa den anden Side heller ikke i nogen directe Modsigelse hertil, da man jo veed, at man ogsaa for Jernets Vedkommende kan antage, at Magnetismen indtil en vis Grændse voxer proportional med den magnetiserende Kraft.

Middeltallet af de i den sidste Tabel angivne Tal betegner den Magnetismus, som ved en magnetiserende Kraft = 1 frembringes i 1 Milligram Jernvitriol, hvilket man kan kalde den *specifike Magnetismus.*

VII.

Forsøg med Jernchlorid.

Professor Müller anfører i den ovenfor citerede Afhandling, at man ved tynde Jernstave lettere end ved tykke kan paavise, at Magnetismen nærmer sig en Grændseværdi. Da man turde vente, at Lignende ogsaa vilde være Tilfældet med andre magnetiske Legemer, blev i dette Forsøg anvendt et meget tyndere Glasrør end i det foregaaende, nemlig af en Diameter = 8.66 m.m. To saadanne Rør fyldtes med en concentreret Opløsning af rent Jernchlorid af en samlet Vægt lig

24832 Milligrammer.

Hr. Professor Wicke var af den Godhed at lade Opløsningen analysere, hvorved fandtes, at den indeholdt:

45.3322 % Jernchlorid;

følgelig indeholdtes i begge Glasrør tilsammen:

11257 Milligram Jernchlorid.

Vædskesøilens Længde var som før =

141 Millimeter,

og endelig var Opløsningens specifike Vægt, ved + 1°.6 C. mod Vand af + 4° C., lig

1.495.

Følgende Forsøg bleve anstillede:

No. 1.

$$i = 18.091;\ X = 202{,}71;\ t = 35.''16;\ \log. \frac{1}{\theta} = 0.3766;\ \frac{\theta}{1+\theta} + 0.296.$$

Cylinderens Stilling.	Naalens Elongationer.	Stand.	Middel.	Afbøining.
A.	523.0 507.0 513.5 510.9	511.7 511.6 511.7	511.66	13.23
B.	474.9 489.6 483.3 486.0	485.2 485.2 485.2	485.2	12.90
A.	521.9 506.4 513.0 510.1	511.00 511.05 510.95	511.0	13.12
B.	474.0 489.1 483.0 485.7	484.6 484.8 484.9	484.76	

e = 13.08; E = 9.52.

No. 2.

$i = 30.498;\ X = 341.73;\ t = 38.''25;\ \log.\ \frac{1}{\theta} = 0.41226;\ \frac{\theta}{1+\theta} = 0.279.$

Stilling.	Elongationer.	Stand.	Stilling.	Afbøining.
A.	534.0 520.6 525.7 523.0	524.3 524.3 523.8	424.10	26.05
B.	452.3 479.1 468.9 474.2	471.6 471.7 472.7	472.0	25.26
A.	543.0 514.1 526.0 521.4	522.2 522.7 522.7	522.53	25.86
B.	451.3 478.2 468.0 472.0	470.7 470.8 470.9	470.8	

$e = 25.72;\ E = 15.82.$

No. 3.

$i = 40.885;\ X = 458.12;\ t = 41.''91;\ \log.\ \frac{1}{\theta} = 0.44696;\ \frac{\theta}{1+\theta} = 0.263.$

Stilling.	Elongationer.	Stand.	Middel.	Afbøining.
A.	550.5 531.3 537.9 534.3	536.3 536.3 535.2	535.9	42.80
B.	422.2 460.1 447.0 451.6	450.13 450.40 450.40	450.31	39.59

A.	558.9 522.0 532.9 527.5	530.2 529.5 528.9	529.5	43.52
B.	414.0 452.5 439.5 443.4	442.4 442.9 442.1	442.46	

$e = 41.97$; $E = 21.50$.

No. 4.

$i = 42.384$; $X = 474.91$; $t = 42.''92$; $\log. \frac{1}{\theta} = 0.4577$; $\frac{\theta}{1 + \theta} = 0.258$.

Stilling.	Elongationer.	Stand.	Middel,	Afbøining.
A.	527.0 509.0 517.1 515.0	513.7 515.0 515.5	514.7	40.93
B.	398.9 443.9 429.0 435.0	432.2 432.9 433.4	432.83	41.38
A.	542.2 505.6 518.5 515.9	515.1 515.1 516.6	515.6	38.43
B.	410.6 448.9 435.0 440.0	438.9 438.6 438.7	438.73	

$e = 40.25$; $E = 19.66$.

No. 5.

$i = 48.494$; $X = 543.38$; $t = 45''.75$; $\log. \frac{1}{\theta} = 0.4626$; $\frac{\theta}{1+\theta} = 0.254$.

Stilling.	Elongationer.	Stand.	Middel.	Afbøining.
A.	565.1 543.1 549.1 546.0	548.7 547.6 546.8	547.70	57.85
B.	397.2 443.6 428.5 433.0	431.8 431.3 431.9	432.00	53.18
A.	575.7 526.1 543.0 535.9	538.7 538.7 537.7	538.36	57.23
B.	389.5 435.0 420.8 425.0	423.4 424.4 423.9	423.90	53.26
A.	567.0 518.9 534.0 528.7	531.1 530.2 530.0	530.43	56.26
B.	382.0 429.4 415.0 418.5	417.4 418.7 417 6	417.9	

$e = 55.56$; $E = 23.89$.

No. 6.

$i = 60.532$; $X = 678.26$; $t = 52''.35$; $\log. \frac{1}{\theta} = 0.5303$; $\frac{\theta}{1+\theta} = 0.228$.

Stilling.	Elongationer.	Stand.	Middel.	Afbøining.
A.	594.0 563.1 572.9 569.0	570.14 570.67 569.89	570.23	94.11
B.	338.7 395.1 382.0 384.5	382.2 385.0 378.8	382.00	87.18
A.	607.5 542.0 561.0 553.9	556.9 556.7 555.5	556.36	95.33
B.	320.3 376.0 364.1 367.3	363.3 366.8 366.96	365.69	88.10
A.	594.6 527.0 547.1 538.9	542.4 542.5 540.8	541.9	

$e = 91.18$; $E = 29.94$.

Af disse Data beregnes nu ligesom i foregaaende Forsøg følgende Tabel:

No.	X	n
1	202.71	0.017911
2	341.83	0.029764
3*)	466.21	0.038719
4	543.38	0.044947
5	678.26	0.056329

*) De her under No. 3 angivne Tal ere Middelværdierne af de ovenfor under No. 3 og 4 anförte Forsøg.

Heraf faaer man fremdeles følgende Værdier for Jernchloridens specifike Magnetismus (μ):

No.	μ
1	0.0000883
2	0.0000871
3	0.0000830
4	0.0000827
5	0.0000830

altsaa i Middel:

$$\mu = 0.0000848.$$

Ogsaa her seer man, at de forskjellige Værdier for μ ere saa nær overeensstemmende, at man maa paastaae, at Magnetismen har tiltaget proportional med den magnetiserende Kraft. Det bemærkes desuden, at under Forsøgenes Gang et Par Draaber af Opløsningen trængte ud af Rørene, hvilket fuldkommen forklarer, at de første Værdier for μ ere noget større end de følgende.

VIII.

For at drive Forsøgene saa vidt som det lod sig gjøre med de disponible Midler, foretoges en ny Forsøgsrække med den samme Jernchlorid-Opløsning — kun med den Forskjel, at jeg nu anvendte endnu smalere og paa samme Tid længere Rør.

Vædskesøilerne havde en

Længde = 202 m.m,

Diameter = 503 m.m.

Opløsningens Vægt var:

11988 Milligram,

med 5434 Milligram Jernchlorid.

Forsøgene vare følgende:

No. 1.

$$i = 13.808;\ X = 154.72;\ T = 34.''75;\ \frac{\theta}{1+\theta} = 0.292.$$

Stilling.	Elongationer.	Stand.	Middel.	Afbøining.
A.	504.9 502.2 503.2	503.0 502.7	502.84	3.97

B.	491.95 496.05 494.50	494.85 494.95	494.90	3.91
A.	506.50 501.05 503.55	502.64 502.82	502.73	4.25
B.	491.8 495.1 494.0	494.14 494.32	494.23	4.13
A.	506.1 500.95 503.2	502.45 502.54	502.49	4.28
B.	491.2 494.95 493.6	493.85 493.99	493.92	

e = 4.11; E = 3.06.

No. 2.

$i = 23.757;\ X = 266.2;\ t = 37.''3;\ \frac{\theta}{1 + \theta} = 0.28.$

Stilling.	Elongationer.	Stand.	Middel.	Afbøining.
A.	509.05 504.00 506.85	505.41 506.05	505.73	7.06
B.	486.7 493.5 490.9	491.60 491.63	491.61	7.23
A.	512.40 503.05 507.80	505.67 506.47	506.07	7.03
B.	486.6 494.1 491.2	492.0 492.0	492.00	

e = 7.11; E = 4.6.

No. 3.

$i = 41.''326$; $X = 463.06$; $t = 27.''54$; $\log. \frac{1}{\theta} = 0.287$; $\frac{\theta}{1+\theta} = 0.342$ (negativ Strømretning.)

Stilling.	Elongationer.	Stand.	Middel.	Afbøining.
A.	479.2 485.7 482.45	483.48 483.56	483.52	6.97
B.	504.9 493.9 499.0	497.66 497.26	497.46	6.82
A.	478.90 487.04 483.00	483.26 484.38	483.82	7.10
B.	505.0 495.0 499.0	498.42 497.63	498.02	6.75
A.	476.05 489.00 482.10	484.57 484.46	484.51	7.08
B.	505.0 495.5 500.2	498.75 498.59	498.67	

$e = 6.92$; $E = 8.21$.

No. 4.

$i = 48.184$; $X = 539.9$; $t = 27.''37$; $\log. \frac{1}{\theta} = 0.28206$; $\frac{\theta}{1+\theta} = 0.343$.

Stilling.	Elongationer.	Stand.	Middel.	Afbøining.
A.	482.0 488.6 485.2	486.34 486.37	486.35	8.15

B.	511.9 497.9 505.1	502.70 502.63	502.66	7.58
A.	478.9 492.05 485.05	487.54 487.45	487.49	8.13
B.	512.8 499.05 506.2	503.77 503.75	503.76	7.58
A.	480.05 493.10 485.9	488.62 488.37	488.49	8.07
B.	513.5 500.0 507.05	504.63 504.63	504.63	

e = 7.84; E = 9.42.

No. 5.

i = 52.59; X = 589.27; t = 27.″25; $\frac{\theta}{1+\theta}$ = 0.343.

Stilling.	Elongationer.	Stand.	Middel.	Afbøining.
A.	488.0 495.7 492.1	493.06 493.33	493.19	9.27
B.	520.9 507.0 514.15	511.77 511.70	511.73	7.40
A.	488.5 501.1 495.0	496.78 497.09	496.93	9.00
B.	523.9 510.25 517.4	514.93 514.95	514.94	7.73
A.	490.9 504.0 497.05	499.51 499.43	499.47	

e = 8.33; E = 10.09.

Af ovenstaaende Resultater er som for følgende Tabel beregnet.

No.	X	m
1	154.72	0.011926
2	266.20	0.017929
3	463.06	0.031999
4	539.90	0.036715
5	589.27	0.039326

Heraf faaer man igjen følgende Værdier for $\frac{m}{X} = \mu$:

No.	μ
1	0.0000778
2	0.0000674
3	0.0000691
4	0.0000680
5	0.0000667

I Middel:

$$\mu = 0.0000698.$$

I foregaaende Artikel fandtes μ noget større, nemlig lig 0.0000848. Grunden hertil ligger uden Tvivl i Følgende: — da Vædskesøilerne i sidste Forsøg vare meget længere end i foregaaende, saa gjælder ikke længer den i Artikel 4 gjorte Forudsætning — nemlig at Magnetiseringsspiralernes magnetiserende Kraft kan ansees som constant for hele det Rum, der indtages af de undersøgte Legemer. De i sidste Forsøgsrække angivne Værdier for X ere derfor for store og følgelig Forholdet $\frac{m}{X}$ for lidet.

Hvad forøvrigt angaaer disse Undersøgelsers Hovedøiemed, da fører ogsaa denne sidste Række til det samme Resultat som de foregaaende.

Jeg troer altsaa med Ret at kunne udtale: *at — saavidt Forsøgene med de nuværende Midler lade sig drive — de to undersøgte Vædskers Magnetismus voxer fuldkommen proportional med de magnetiserende Kræfter.* Forudsat, at der virkelig for dem existerer en Grændseværdi, saa er det dog herved beviist, at de nærme sig denne Grændseværdi meget langsommere end Jern.

IX.

Forsøg med Cyan-jern-kalium.

De to saakaldte Blodludesalte, det gule og det røde, have altid vakt megen Opmærksomhed,

siden Faraday for første Gang undersøgte dem og fandt, at Krystaller af disse to Substantser forholdt sig som diamagnetiske Legemer imellem Magnetpoler. De ere ofte nok blevne anførte som interessante Exempler paa, hvorledes Jernets magnetiske Egenskaber fuldstændig kan maskeres, idet det indgaaer visse chemiske Forbindelser.

Senere ere de flere Gange blevne undersøgte af Plücker. I 73de Bind af Poggendorffs Annaler S. 573 betegner Plücker dem begge som diamagnetiske. Ved en senere Undersøgelse*) fandt han imidlertid, at det rødeBlodludesalt var stærk magnetisk — samt at de tilsyneladende diamagnetiske Egenskaber hos Krystaller af dette Salt havde sin Grund i en magnetisk Axevirkning. *Det gule Blodludesalt* erklærer han derimod som *utvivlsomt diamagnetisk* — dog med det Tillæg, at *en concentreret Opløsning af samme i Vand er svagere diamagnetisk end reent Vand.*

At det røde Blodludesalt er magnetisk kan ingen Tvivl være underkastet — et Resultat, som nylig er constateret af Tyndall**). Derimod kan man med Grund have nogen Tvivl om Cyanurets Diamagnetisme, naar man seer, at en concentreret Opløsning af samme skal være svagere diamagnetisk end det rene Vand.

Jeg søgte at komme paa det Rene hermed.

To Glasrør af samme Dimensioner som de i forrige Forsøg anvendte bleve fyldte med en concentreret Opløsning af det gule Blodludesalt og undersøgt paa den sædvanlige Maade. Det viiste sig da, at Opløsningen var yderst svag diamagnetisk. For nu at undersøge, om denne Virkning hidrørte fra Vandet eller fra det i samme indeholdte Salt, bleve de samme Rør fast pakkede med fint pulveriseret Salt og derpaa atter undersøgte. Nu iagttages intet Spor af Virkning, medens det dog er klart, at dersom Substantsen virkelig var diamagnetisk, saa maatte dette nu vise sig saa meget tydeligere, da Massen var saa meget større.

Jeg maa derfor med Bestemthed udtale: *at det saakaldte Blodludesalt ikke er diamagnetisk — at den diamagnetiske Virkning, man sporer af en concentreret Opløsning af samme, hidrører ene og alene fra Vandet.* Om det er magnetisk eller ikke, lader jeg staae uafgjort; det maatte da ialfald være i en yderst ringe Grad.

X.

Forsøg med Nickel.

Da saavidt mig bekjendt ingen nøiagtige Forsøg tidligere ere foretagne over Nickelens Magnetismus, tør maaske følgende Resultater ikke være ganske uden Interesse.

Hr. Hofraad Wöhler var af den Godhed at stille til min Disposition et Stykke Nickel i Form af tyndt udvalset Blik***) Heraf blev udskaaret en tynd Strimmel og denne sat saalænge i fortyndet Salpetersyre, indtil Virkningen var bleven svag nok.

*) *Poggendorffs Annalen* d. Physik und Chemie B. 74, S. 359.

**) *Philosophical Transactions.* Vol. 146, part. 1, pag. 254.

***) Dette Nickelblik var temmelig urent; det indeholdt nemlig Kobolt, Jern, Kobber og Arsenik.

Denne lille Stav havde en Længde =

111.5 Millimeter,

og veiede

45.2 Milligram.

Den specifike Vægt blev funden (ved + $1^0.94$ C. mod Vand ved + 4^0 C.) lig

8.359:

altsaa var den midlere Diameter lig

0.2485 m.m.

Uagtet den ubetydelige Masse, som den lille Stav besad, var dog dens Virkning paa Diamagnetometeret meget stærk; for at svække denne anbragtes to Magneter i Nærheden af Instrumentet paa en saadan Maade, at det astatiske Naalepars Svingetid formindskedes ligetil 14.72 Secunder. Fremdeles anvendtes altid den negative Strømretning.

Efterat Staven var godt udglødet og derved berøvet al magnetisk Polaritet, blev den indesluttet i et lidet Glasrør og derpaa anbragt paa den sædvanlige Maade i Diamagnetometerets nordlige Spiral.

Følgende Forsøg bleve anstillede:

No. 1 (uden Strøm).

Uagtet ingen Strøm lededes igjennem Magnetiseringsspiralerne, blev dog Staven temmelig stærk magnetiseret ved Jordmagnetismen. Den magnetiserende Kraft var altsaa i dette Tilfælde lig Jordmagnetismens vertikale Component = X = 4.278*). Fremdeles var t = 14."72; log. $\frac{1}{\theta}$ = 0.15398; $\frac{\theta}{1+\theta}$ = 0.412.

Nickelstavens Stilling.	Magnetnaalens Elongationer.	Stand.	Middel.	Afbøining.
øvre	510.5 503.2 508.2 504.6	506.2 506.2 506.1	506.16	23.14
nedre	482.9 443 9 471.0 452.0	459.97 459.83 459.83	459.88	23.14

*) Jordmagnetismens horizontale Component er for Tiden i Göttingen = 1.81, Inclinationen = 67^0 4′, altsaa den vertikale Component = 1.81 × tang. 67^0 4′ = 4.278. Det maa imidlertid bemærkes, at denne Værdi for X kun er at betragte som tilnærmelsesvis rigtig, da foruden Jordmagnetismen ogsaa de i Instrumentets Nærhed værende Magneter udøvede en vis magnetiserende Virkning, som ikke kunde bringes i Regning. Da den nordlige Spiral ved negativ Strømretning har sin Nordpol nedad (Artikel 2.), falder dens magnetiserende Kraft i samme Retning som Jordmagnetismen. I de følgende Angivelser for X er taget Hensyn hertil.

ovre	521.9 495.2 513.9 500.7	506.2 506.2 506.1	506.16	23.23
nedre	427.0 482.8 443.4 471.0	459.81 459.63 459.63	459.69	

$e = 23.17;\ E = 96.24.$

No. 2.

$i = 3.014;\ X = 38.05;\ t = 14.''44;\ \log. \frac{1}{\theta} = 0.15305;\ \frac{\theta}{1 + \theta} = 0.413.$

Stilling.	Elongationer.	Stand.	Middel.	Afbøining.
ovre	548.7 523.0 541.1 528.1	533.6 533.6 533.5	533.56	41.66
nedre	391.0 491.8 421.0 470.9	450.2 450.2 450.3	450.23	41.58
ovre	568.0 508.9 550.9 521.0	533.3 533.6 533.3	533.40	41.75
nedre.	386.0 495.0 418.2 472.1	450.0 449.9 449.8	449.90	

$e = 41.66;\ E = 179.81$

No. 3 (uden Strøm).

Stilling.	Elongationer.	Stand.	Middel.	Afbøining.
øvre.	531.5 502.9 523.0 508.9	514.68 514.72 514.71	514.70	31.08
nedre.	410.5 482.0 431.9 467.0	452.54 452.54 452.54	452.54	30.82
øvre	564.5 478.9 539.1 496.6	514.17 514.30 514.11	514.19	30.88
nedre	414.4 479.0 433.8 465.6	452.38 452.42 452.50	452.43	

$e = 30.92$; $E = 128.43$.

No. 4.

$i = 17.102$; $X = 195.91$; $t = 14.''11$; $\log. \frac{1}{\theta} = 0.1489$; $\frac{\theta}{1 + \theta} = 0.415$.

Stilling.	Elongationer.	Stand.	Middel.	Afbøining.
øvre	528.9 605.6 557.9 592.0	577.9 577.7 577.8	577.8	72.62
nedre	388.0 464.1 410.2 448.5	432.5 432.6 432.6	432.56	72.42

øvre	630.2 540.0 604.3 558.2	577.4 577.6 577.3	577.4	71.73
nedre	388.0 466.5 411.0 450.1	433.9 434.0 433.9	433.93	

e = 72.26; E = 326.65.

No. 5 (uden Strøm).

Stilling.	Elongationer.	Stand.	Middel.	Afbøining.
øvre	548.1 511.9 537.4 519.3	526.81 526.90 526.76	526.82	41.21
nedre	487.3 414.0 465.9 429.7	444.20 444.52 444.61	444.4	41.00
øvre	588.0 483.1 557.0 404.9	526.32 526.55 526.37	526.41	40.63
nedre	379.0 492.0 413.0 468.2	444.44 445.55 445.46	445.15	

e = 40.95; E = 170.09.

No. 6.

$i = 28.705$; $X = 325.92$; $t = 14.''03$; $\log. \frac{1}{\theta} = 0.1489$; $\frac{\theta}{1+\theta} = 0.415$.

Stilling.	Elongationer.	Stand.	Middel.	Afbøining.
øvre	641.0 540.8 612.0 561.0	582.4 582.5 582.2	531.36	77.66

nedre	373.5 464.9 400.3 445.9	427.0 427.1 427.0	427.03	77.66
øvre	640.0 541.4 611.6 561.5	582.3 582.5 582.3	582.36	77.78
nedre	367.1 469.0 397.0 447.9	426.7 426.9 426.8	426.8	

e = 77.7; E = 355.26.

No. 7 (uden Strøm).

Stilling.	Elongationer.	Stand.	Middel.	Afbøining.
øvre	552.6 516.9 542.0 524.0	531.61 531.66 531.42	531.65	42.23
nedre	384.3 490.8 416.7 468.5	446.92 447.23 447.17	447.10	41.99
øvre	589.0 490.3 559.9 510.9	530.96 531.22 531.09	531.09	41.78
nedre	382.0 493.1 415.7 470.0	447.33 447.53 447.63	447.52	

e = 42.00; E = 174.45.

No. 8.

$i = 37.18$; $X = 420.88$; $t = 13.''87$; $\log. \frac{1}{\theta} = 0.14517$; $\frac{\theta}{1 + \theta} = 0.417$.

Stilling.	Elongationer.	Stand.	Middel.	Afbøining.
øvre	645.0 541.0 615.3 561.8	584.4 584.3 584.1	584.26	79.73
nedre	361.6 470.0 392.5 447.9	424.8 424.8 424.8	424.8	80.00
øvre	502.0 644.5 541.9 615.1	585.1 584.7 584.6	584.80	79.82
nedre	309.1 503.0 366.0 467.5	425.1 425.2 425.2	425.16	

e = 79.85 ; E = 373.56.

No. 9 (uden Strøm).

Stilling.	Elongationer.	Stand.	Middel.	Afbøining.
øvre	553.0 515.4 542.0 523.0	530.89 531.04 530.83	530.92	42.55
nedre	383.3 489.5 415.1 467.6	445.75 445.75 445.97	445.82	42.64

ovre	596.2 485.1 563.9 508.0	530.87 531.43 531.03	531.11	42.03
nedre	381.8 493.0 414.5 470.0	447.19 446.84 447.13	447.05	

$e = 42.41; \; E = 176.15.$

No. 10.

$$i = 50.811; \; X = 573.62; \; t = 13.''77; \; \log. \frac{1}{\theta} = 0.14517; \; \frac{\theta}{1 + \theta} = 0.417.$$

Stilling.	Elongationer.	Stand.	Middel.	Afbøining.
ovre	541.0 617.1 562.4 601.7	585.4 585.2 585.3	585.30	80.87
nedre	506.9 364.1 466.0 393.2	423.6 423.5 423.6	423.56	80.78
ovre	504.0 643.7 543.0 615.0	585.4 585.0 585.0	585.13	80.65
nedre	301.0 511.8 360.9 468.8	423.9 423.8 423.8	423.83	

$e = 80.76; \; E = 383.33.$

No. 11 (uden Strøm)

Stilling	Elongationer.	Stand.	Middel.	Afbøining.
øvre	552.3 514.2 541.1 522.1	529.90 530.02 585.02	529.95	42.62
nedre	387.0 485.0 416.5 464.6	444.62 444.72 444.78	444.71	42.59
øvre	594.0 485.0 562.0 507.2	529.91 530.28 529.78	529.99	42.82
nedre	494.0 409.4 469.0 427.1	444.26 444.44 444.36	444.35	

$$e = 42.68; \quad E = 177.28.$$

For at kunne sammenligne disse Resultater med de foregaaende, maa de fundne Værdier for E reduceres til den samme Afstand mellem Speil og Skala. Ved foreliggende Forsøg var nemlig denne Afstand = 1 6 5 2 m.m, ved de foregaaende derimod = 4 1 4 5 m.m, — og da fremdeles 1000 Dele af den her benyttede Skala (No. 2) var lig 985.9 Dele af den tidligere benyttede Skala (No. 1), saa reduceres alle Maalninger ved Skala No. 2 til Skala No. 1 ved Multiplication med Factoren:

$$\frac{4145.4}{1652.4} \cdot \frac{985.9}{1000} = 2.4733.$$

Naar man da fremdeles multiplicerer med Factoren f = 21.179 (Artikel 5) — og endelig dividerer med Nickelstavens Masse = 45.2, saa erholder man Nickelens Magnetismus = m, reduceret til Masseenheden — og efter absolut Maal.

Udføres denne Regning, erholder man følgende to Tabeller:

Tab. 1.

No.	X	m
1	4.278	111.53
2	38.05	208.38
4	195.91	378.56
6	325.92	411.71
8	420.88	432.93
10	573.62	444.25

Tab. 2.

No.	X	m
3	38.05	148.84
5	195.91	197.12
7	325.92	202.17
9	420.88	204.14
11	573.62	205.45

Af Tabel 1 seer man allerede ved første Blik, at Magnetismen *ingenlunde voxer proportional med den magnetiserende Kraft, men at den derimod meget snart nærmer sig mod en Grændseværdi* — i det Væsentlige altsaa følger den samme Lov som Jernmagnetismen.

I Tabel 2 er sammenstillet de Forsøgsnummere, som foretoges uden Strøm (mellem 2 og 2 Forsøg med Strøm), for tillige at erholde en Idee om Nickelens *blivende* Magnetismus. Subtraherer man fra de i tredie Rubrik anførte Værdier for *m* den under No. 1 anførte Værdi = 111.53, saa erholder man aabenbart den Mængde blivende Magnetismus = n, som 1 Milligram Nickel antager ved de tilsvarende i 2den Rubrik staaende magnetiserende Kræfter.

Af Tab. 3 seer man, *at ogsaa denne blivende Magnetismus meget snart nærmer sig en Grændseværdi.*

Tab. 3.

No.	X	n
3	38.05	37.31
5	195.91	85.59
7	325.92	90.64
9	420.88	92.61
11	573.62	93.62

I Fig. 10 er givet en graphisk Fremstilling af den Lov, hvorefter Nickelens Magnetismus voxer med de magnetiserende Kræfter. (Den underste Curve forestiller den blivende Magnetismus).

XI.

Sammenligning mellem de i det Foregaaende undersøgte Legemers Magnetismus og Jernmagnetismen.

1.

I foregaaende Artikel er funden, at 1 Milligram Nickel ved en magnetiserende Kraft = 4.278 antager en Magnetismus = 111.53. Da man ved saa svage Kræfter uden mærkelig Feil kan antage, at Magnetismen voxer proportional med de magnetiserende Kræfter, saa finder man den i 1 Milligram Nickel ved en magnetiserende Kraft = 1 frembragte Magnetismus =

$$\frac{111.53}{4.278} = 26.0706 = \mu.$$

I den ovenfor citerede Afhandling*) Side 573 giver Weber følgende Udtryk for Jernets Magnetismus, reduceret til Masseenheden (Milligram):

$$m = \frac{y}{1 + 4\pi\, S\rho\, \frac{y}{X}},$$

$$\text{hvor } y = \tfrac{2}{3}\, nv\, \frac{X}{D} \ldots (\text{naar } X < D)$$

$$\text{og } y = nv\left(1 - \tfrac{1}{3}\,\frac{D^2}{X^2}\right) \ldots (\text{naar } X > D),$$

naar X betegner den magnetiserende Kraft, ρ Jernets Tæthed = 7.78, S en af Jernstavenes Form afhængig Factor, og endelig nv og D to for Jernet eiendommelige Constanter, respective lig 2324.68 og 276.39.

For en cylindrisk Stav af samme Dimensioner som den her anvendte Nickelstav finder man — (naar man for den cylindriske Form substituerer en Ellipsoide, som kommer hiin saa nær som muligt):

$$S = 0.000041513 = \frac{1}{24299}.^{**})$$

Sætter man fremdeles i ovenstaaende Udtryk $X = 1$, saa erholdes Jernets Magnetismus (under samme Omstændigheder som den undersøgte Nickelstav) =

$$\mu = 5.48355.$$

*) *Elektrodynamische Maassbestimmungen* insbesondere *Diamagnetismus.*

**) Factoren S findes for en Rotationsellipsoide efter Neumann — (se ovenciterede Afhandling Side 554 — samt Neumann — „Bestimmung des magnetischen Zustandes eines Rotationsellipsoides, welche durch vertheilende Kräfte erregt ist." cfr. Crelle's Journal für die reine und angewandte Mathematik B. 37. S. 21) — efter følgende Formel:

Man seer heraf det uventede og mærkelige Resultat, *at Nickel ved meget svage magnetiserende Kræfter antager en næsten 5 Gange stærkere Magnetismus end Jern under samme Omstændigheder.*

Dette Forhold forandrer sig imidlertid meget snart ved voxende magnetiserende Kræfter til Jernets Fordeel. Saaledes er efter ovenstaaende Tabel 1 ved en magnetiserende Kraft $= X =$ 574 Niekelens Magnetismus $= m =$ 444.25, medens man for Jern under samme Omstændigheder finder $m = 2100$.

2.

Ovenfor er fremdeles fundet:

for Jernvitriol . . . . . . $\mu = 0.0000693$,

for Jernehlorid . . . . . . $\mu = 0.0000848$.

Forudsætter man, at disse Legemers Magnetismus er uafhængig af Formen, saa kunne disse Størrelser umiddelbart sammenlignes med Jernmagnetismens Grændseværdi =

5.6074 (cfr. Weber).

Man faaer da: Jernvitriolens Magnetismus forholder sig til Jernmagnetismen som

1 : 80915,

og Jernchloridens Magnetismus til Jernmagnetismen som

1 : 66125.

$$S = \sigma\,(\sigma^2 - 1)\left[\tfrac{1}{2}\log\text{nat}\,\frac{\sigma+1}{\sigma-1} - \frac{1}{\sigma}\right],$$

$$\text{hvor}\quad \sigma = \sqrt{1 - \frac{r^2}{\lambda^2}},$$

hvor r og $\sqrt{r^2 - \lambda^2}$ betegner Ellipsoidens Axer.

I ovenstaaende Beregning er nu istedetfor den undersøgte Stavs cylindriske Form substitueret en Rotationsellipsoide, der kommer hiin saa nær som muligt ɔ: en Ellipsoide, som har samme Volum som Cylinderen og hvis store Axe er lig Stavens Længde.

Da nu Ellipsoidens Volum =

$$V = \tfrac{4}{3}\,\pi b^2 a,$$

naar a og b betegner begge Halvaxerne, saa findes den lille Halvaxe =

$$b = \sqrt{\frac{V}{\frac{4}{3}\pi a}},$$

naar man for V indsætter den undersøgte cylindriske Stavs Volum og for a dens halve Længde.

Göttingen, 15de Marts 1858.



NICKELENS LEDNINGSMODSTAND.

Nickelens Ledningsmodstand.

Af

Adam Arndtsen.

Chemisk ren Nickel er som bekjendt en Sjeldenhed — og endnu sjeldnere i Form af Traad, skikket til Undersøgelse af dens elektriske Ledningsmodstand; denne er derfor — saavidt jeg har kunnet finde — kun en Gang bleven undersøgt, nemlig af Professor Riess, hvorved tillige er at bemærke, at den af Riess benyttede Nickeltraad sandsynligviis ikke har været reen.

Under mit Ophold i Göttingen var Hr. Hofraad Wöhler af den Godhed at laane mig en Nickeltraad, som han havde erholdt fra Deville; — og da denne Traad efter Devilles Angivelse var trukken af fuldkommen reen Nickel, vil følgende Bestemmelse af dens Ledningsmodstand maaskee ikke være uden Interesse.

Jeg anvendte hertil den af W. Weber*) angivne Methode, idet jeg sammenlignede Nickeltraadens Modstand med en Kobbertraad, hvis absolute Modstand ifølge tidligere Forsøg var bekjendt. Fremdeles benyttedes et Speilgalvanometer med astatisk Naal og to Multiplicatorer af tyk Traad og forbundne saaledes, at Strømmen samtidig circulerede gjennem begge, saaledes at Galvanometerets samlede Modstand var temmelig ringe. Som Elektromotor anvendtes en magnetisk Inductor, bestaaende af en fastliggende, cylindrisk Magnetstav samt en bevægelig Inductorrulle af tyk Traad, hvis Ender sættes i Forbindelse med Galvanometerets Multiplicatortraade. Den hele Inductor havde jeg opstillet lige ved Siden af Kikkerten, hvormed Galvanometernaalen observeredes, saaledes at jeg selv under Observationerne kunde frembringe Inductionsstødene i de rette Øieblikke. Stærke Skrueklemmer dannede faste og uforanderlige Grændser for det Rum, inden hvilket Inductorrullen ved Inductionsstødenes Frembringelse blev bevæget, saaledes at alle Inductionsstød ved hver Observationsrække beholdt nøiagtig den samme Integralværdi.

*) *Elektrodynamische Maassbestimmungen*, insbesondere *Widerstandsmessungen* S. 204 o. s. v.

De to Forbindelsespunkter mellem Indductortraadens og Multiplicatortraadens Ender betegnes med z og k. Til Sammenligning mellem den undersøgte Nickeltraads Modstand og Modstanden af den som Original benyttede Kobbertraad bleve disse indskudte mellem z og k paa følgende fire Maader.

A. Kobbertraaden alene blev indskudt mellem z og k, saaledes at den ved Inductionsstødene frembragte Strøm maatte dele sig mellem Kobbertraaden og Galvanometertraaden.

B. Istedetfor Kobbertraaden blev *Nickeltraaden alene* indskudt paa samme Maade.

C. Kobbertraaden og Nickeltraaden bleve forbundne ved Siden af hverandre og saaledes indskudte mellem z og k.

D. Kobbertraad og Nickeltraad bleve forbundne *efter hverandre* og indskudte mellem z og k.

Ved enhver af disse 4 Combinationer erholder Intensiteten af den gjennnm Galvanometeret circulerende og ved samme maalte Strøm en forskjellig Værdi. Betegner man Strømintensiteterne, som svare til de fire Combinationer A, B, C og D respective med de samme Bogstaver — og betegner man fremdeles Nickeltraadens Modstand med p, Kobbertraadens med q, saa har man følgende to Proportioner for Forholdet $\frac{p}{q}$, nemlig*):

$$\frac{p}{q} = \frac{AB - AC}{AB - BC}$$

$$\frac{p}{q} = \sqrt{\frac{AB - BD}{AB - AD}}$$

*) Forudsætter man, at Dæmpningen er Nul eller at den er constant for alle fire Iagttagelser A, B, C og D, saa ere de ved Inductionsstødene frembragte Elongationer proportionale med den Hastighed, som Galvanometernaalen erholder ved de momentane Strømme i det Øieblik, da den passerer sin Ligevægtsstilling — og altsaa proportionale med disse Strømmes Integralværdi. Den gjennem Galvanometeret gaaende Strøm er imidlertid her kun en Brøkdeel af den Strøm, som ved hvert Inductionsstød frembringes i Inductoren, og denne Brøkdeel udtrykkes som bekjendt ved Forholdet af den indskudte Traads Modstand til Summen af den indskudte Traads og Galvanometertraadens Modstande. Betegner p og q det samme som ovenfor, og kalder man Multiplicatortraadens Modstand m, saa har denne Brøkdeel følgende Værdier:

for Combination A. . . . . $\frac{q}{q + m}$

— — B. . . . . $\frac{p}{p + m}$

— — C. . . . . $\frac{pq}{pq + mq + mp}$

— — D. . . . . $\frac{p + q}{p + q + m}$

Betegnes Inductortraadens Modstand med r, saa er Modstanden i den samlede Kjæde:

for Combination A. = ... $r + \frac{qm}{m + q}$

— — B. = ... $r + \frac{pm}{m + p}$

— — C. = ... $r + \frac{mpq}{pq + mp + mq}$

— — D. = ... $r + \frac{(p + q)\, m}{m + p + q}$

Til Bestemmelse af Stromintensiteterne A, B, C og D anvendte jeg den i ovenciterede Afhandling (S. 349 o. s. v.) beskrevne, af Gauss (Resultate aus d. Beob. d. magn. Vereins 1838) først angivne saa kaldte Tilbagekastningsmethode.

— „Denne Methode bestaaer væsentlig deri, at man ved en momentan Strøm pludselig sætter Naalen i Bevægelse og observerer dens første Elongation, — derpaa, i det Øieblik, da Naalen for første Gang passerer sin oprindelige Stand, igjen lader den paavirkes af en momentan Strøm, der imidlertid — ligesom alle de følgende — er dobbelt saa stærk som den første. Den anden

Kalder man Inductorens elektromotoriske Kraft K, saa erholder man følgende Ligninger for de gjennem Galvanometeret circulerende Strømgrene, naar man betegner disses Intensitet respective med A, B, C og D:

$$A = \frac{q}{q + m} \cdot \frac{K}{r + \frac{qm}{q + m}} = \frac{qK}{mq + mr + qr}$$

$$B = \frac{p}{p + m} \cdot \frac{K}{r + \frac{pm}{p + m}} = \frac{pK}{mp + mr + pr}$$

$$C = \frac{pq}{pq + mq + mp} \cdot \frac{K}{r + \frac{mpq}{pq + mq + mp}} = \frac{pqK}{pq(m + r) + (p + q)mr}$$

$$D = \frac{p + q}{p + q + m} \cdot \frac{K}{r + \frac{(p + q)m}{p + q + m}} = \frac{(p + q)K}{(p + q)(m + r) + mr}$$

Sætter man $\frac{1}{mr} \cdot K = p$ og $\frac{1}{m} + \frac{1}{r} = \beta$, saa har man:

$$A\left(\beta + \frac{1}{q}\right) = B\left(\beta + \frac{1}{p}\right) = C\left(\beta + \frac{1}{p} + \frac{1}{q}\right) = D\left(\beta + \frac{1}{p + q}\right) = \alpha \;\ldots\ldots\; \text{I.}$$

Ved foreliggende Forsøg fandt en temmelig stærk Dæmpning Sted, som imidlertid kun hidrørte fra Traadkjæden og som derfor varierede i de forskjellige Combinationer A, B, C og D. I dette Fald ere Elongationerne som før proportionale med Strømintensiteten, men desuden omvendt proportional med Dæmpningskraften. Denne sidste er igjen omvendt proportional med Modstanden i Galvanometeret + Modstanden udenfor samme. Den samlede Modstand er

for Combination A. $= m + \frac{qr}{q + r}$

— — B. $= m + \frac{pr}{p + r}$

— — C. $= m + \frac{pqr}{pq + qr + pr}$

— — D. $= m + \frac{(p + q)r}{p + q + r}$.

Naar man som ovenfor sætter $\frac{1}{m} + \frac{1}{r} = \beta$, erholder man altsaa følgende Værdier for Dæmpningen, naar γ betegner en constant Factor:

for Combination A. . . . . $\gamma \cdot \frac{\frac{1}{r} + \frac{1}{q}}{\beta + \frac{1}{q}}$

Strøm skal have den samme Retning som den første; Naalen bliver da derved ikke alene pludselig standset i sin Bevægelse, men erholder endogsaa en Hastighed til den Side, hvorfra den kom. Man iagttager da atter den første Elongation, og lader Naalen svinge over paa den anden Side af sin Ligevægtsstand og observerer her den anden Elongation. Først naar Naalen nu for anden Gang passerer Hvilestanden, lader man den paavirkes af en momentan Strøm i modsat Retning, som kaster den tilbage til den samme Side, hvorfra den kommer — o. s. v.“ —

— „Man seer da, at de corresponderende Elongationer (nemlig den 1ste, 5te, 9de o. s. v., eller den 2den, 6te, 10de o. s. v.) meget snart nærme sig fire Grændseværdier. Betegner man

for Combination B. . . . . . . $\gamma . \dfrac{\frac{1}{r} + \frac{1}{p}}{\beta + \frac{1}{p}}$

— — C. . . . . . . $\gamma . \dfrac{\frac{1}{r} + \frac{1}{p} + \frac{1}{q}}{\beta + \frac{1}{p} + \frac{1}{q}}$

— — D. . . . . . . $\gamma . \dfrac{\frac{1}{r} + \frac{1}{p+q}}{\beta + \frac{1}{p+q}}$,

da nemlig den fælles Factor $\frac{1}{m}$ kan tænkes indeholdt i γ. Istedetfor A, B, C og D i ovenstaaende Ligning (I) maa man altsaa sætte deres Producter i de tilsvarende Værdier for Dæmpningen.
Man erholder da:

$$A\left(\beta + \frac{1}{q}\right)\gamma . \frac{\frac{1}{r} + \frac{1}{q}}{\beta + \frac{1}{q}} = B\left(\beta + \frac{1}{p}\right)\gamma \frac{\frac{1}{r} + \frac{1}{q}}{\beta + \frac{1}{p}} = C\left(\beta + \frac{1}{q} + \frac{1}{q}\right)\gamma \frac{\frac{1}{r} + \frac{1}{p} + \frac{1}{q}}{\beta + \frac{1}{q} + \frac{1}{p}}$$

$$= D\left(\beta + \frac{1}{p+q}\right)\gamma \frac{\frac{1}{r} + \frac{1}{p+q}}{\beta + \frac{1}{p+q}},$$

eller:

$$A\left(\frac{1}{r} + \frac{1}{q}\right) = B\left(\frac{1}{r} + \frac{1}{p}\right) = C\left(\frac{1}{r} + \frac{1}{p} + \frac{1}{q}\right) = D\left(\frac{1}{r} + \frac{1}{p+q}\right) \ldots\ldots \text{II.}$$

og deraf:

$$\frac{\frac{1}{p} B - \frac{1}{q} A}{A - B} = \frac{\left(\frac{1}{r} + \frac{1}{q}\right) C - \frac{1}{q} A}{A - C} = \frac{\frac{1}{p+q} D - \frac{1}{q} A}{A - D} = \frac{1}{r}$$

og deraf endelig:

$$\frac{p}{q} = \frac{AB - AC}{AB - BC}$$

$$\frac{p}{q} = \sqrt{\frac{AB - BD}{AB - AD}},$$

ɔ: det samme Resultat, som man vilde have erholdt directe af Ligning (I) uden Hensyn til Dæmpningen.

Differentsen mellem 1ste og 3die Grændseværdi med a, Differentsen mellem 2den og 4de med b, saa er $\frac{a}{b}$ Forholdet mellem to paa hinanden følgende Svingebuer, altsaa:

$$\lambda = \log \text{nat} \frac{a}{b},$$

naar λ betegner det logarithmiske Decrement. Fremdeles er den Hastighed c, som Naalen erholder fra enhver af de momentane Strømme (med Undtagelse af den første) =

$$c = \frac{\pi}{2T} \frac{a^2 + b^2}{\sqrt{ab}} \cdot e^{-\frac{\lambda}{\pi} \operatorname{arctang} \frac{\lambda}{\pi}},$$

naar T betegner Naalens Svingetid uden Dæmpning." —

Udtrykket:

$$\frac{a^2 + b^2}{\sqrt{ab}} \cdot e^{-\frac{\lambda}{\pi} \operatorname{arctang} \frac{\lambda}{\pi}}$$

kan altsaa tjene som Maal for Strømintensiteterne.

Følgende fire Tabeller indeholde de umiddelbare Observationsresultater. Herved er at bemærke, at de fire første optegnede Elongationer ere stillede ved Siden af hverandre i samme Horizontallinie, derpaa komme de fire følgende i 2den Horizontallinie o. s. v.; — og endelig er for hver Vertikalrække angivet den midlere Værdi for de i samme staaende tilsvarende Elongationer.

A.

781.7	369.0	251.3	661.9
781.0	368.6	252.0	661.8
781.0	368.5	251.5	662.0
781.1	368.8	251.0	662.0
781.5	368.5	252.5	660.8
781.0	369.0	251.7	661.1
780.9	368.9	251.0	661.0
780.1	369.0	253.0	661.0
781.0	369.2	253.0	661.7
780.5	369.4	252.6	661.3
780.98	368.89	251.96	661.46

B.

779.0	372.2	257.2	660.4
779.7	372.1	257.3	660.4
778.9	373.1	258.9	659.8
778.0	373.3	257.0	660.4
777.3	373.0	257.0	660.9
778.9	372.1	258.0	660.1
778.5	372.3	257.0	659.1
778.3	373.0	259.0	659.7
778.1	372.0	257.0	659.0
777.0	372.9	256.1	659.6
778.37	372.60	257.45	659.94

C.

687.0	424.0	344.0	606.6
688.0	424.0	344.0	606.4
688.0	424.0	343.0	607.0
689.0	423.7	344.9	606.1
687.4	424.8	344.0	607.1
688.0	424.2	345.7	606.2
687.8	425.0	344.0	607.8
688.5	425.0	344.0	608.0
689.8	424.5	345.0	607.9
689.0	425.0	344.2	608.0
688.25	424.42	344.28	607.11

D.

862.0	295.0	146.4	705.0
860.0	295.5	145.4	706.0
860.3	295.9	146.0	706.1
860.8	296.8	148.5	706.0
860.0	296.5	147.0	706.8
861.1	298.0	147.0	707.2
859.0	297.2	148.0	707.5
861.2	297.0	149.8	706.5
862.0	297.8	147.0	707.7
860.7	298.0	148.0	—
861.71	296.77	147.31	706.53

Naar man i de ovenstaaende Tabeller søger Differentsen mellem 1ste og 3die samt mellem 2den og 4de af de i samme angivne Middelværdier, og man betegner disse Differentser med a og b, faaes følgende Værdier for samme:

	a	b
A	529.02	292.57
B	520.92	287.34
C	343.97	182.69
D	714.40	409.76

Disse Værdier, der som bekjendt ere proportionale med Tangenterne til de dobbelte Elongationsvinkler, maa nu reduceres til saadanne Værdier, som ere proportionale med Elongationsvinklerne selv. Da Afstanden mellem Speil og Skala var lig

2413 Skaladele,

saa er den hertil nødige Correction =

$$-\frac{1}{3}\frac{x^3}{2413^2} = -\frac{x^3}{17467707},$$

naar x betegner de i Skaladele udtrykte Værdier for a og b.

Udføres Regningen, faar man følgende corrigerede Værdier for a og b:

	a	b
A	520.54	291.14
B	512.83	285.98
C	341.64	182.34
D	693.53	405.82

Heraf beregnes igjen følgende Tabel:

	$\log nat \frac{a}{b} = \lambda$	$\frac{a^2 + b^2}{\sqrt{ab}} \cdot e^{-\frac{\lambda}{\pi} \text{arc. tang} \frac{\lambda}{\pi}}$
A	0.5810625	883.36
B	0.5940225	870.05
C	0.6278844	577.63
D	0.5458851	1179.77

hvor de i sidste Rubrik anforte Storrelser kunne betragtes som Maal for Stromintensiteterne A, B, C og D. Heraf faaer man da endelig:

$$\frac{p}{q} = \frac{AB - AC}{AB - BC} = 0.791098$$

$$\frac{p}{q} = \sqrt{\frac{AB - BD}{AB - AD}} = 0.970882$$

Nickeltraadens Modstand forholder sig altsaa til Kobbertraadens Modstand (i Middel) som

0.97099 : 1,

hvorved er at bemærke, at den midlere Temperatur under Forsoget var =

$13^0 69$ C.

Ifølge mine tidligere Forsog*) over Metallernes Ledningsmodstand er den anvendte Kobbertraads *absolute Modstand* ved samme Temperatur = **)

2673880000

følgelig *Nickeltraadens absolute Modstand* =

2596300000

Fremdeles var Nickeltraadens *hele Længde* = 247.35 m.m, dens *Masse* = 279.2 Milligram og dens *specifike Vægt* (ved + 9^0 57 C. mod Vand af + 4^0 C.) = 8,8801; følgelig var dens midlere Radius =

0.20115 m.m,

og da den mellem Klemskruerne indskudte Deel af Traaden havde en Længde =

240 m.m,

saa følger deraf dens reducerede Læegde (d. e. Længden af en 1 m.m tyk Nickeltraad af samme Modstand) =

1481.9 m.m.

Deraf følger endvidere *Modstanden af en Nickeltraad af 1 m.m Længde og 1 m.m Diameter (den relative Modstand)*

1750835.

Ifølge de anforte tidligere Forsøg er Kobbertraadens relative Modstand ved $13^0.69$ =

244370 + 901,456 . 13,69 = 256711.

*) Poggendorffs Annalen 1858.

**) Den anvendte Kobbertraad var af samme Stykke som den i den citerede Afhandling beskrevne Modstandsetalon, hvis Længde var = 44000 m.m. Dennes Modstand ved t^0 fandtes =

47289243800 + 174447000. t,

altsaa dens Modstand ved $13^0.69$ =

49677326800.

Da den her anvendte Traads Længbe var = 2368.3 m.m, saa er dens Modstand ved samme Temperatur =

$$\frac{49677326800 \times 2368,3}{44000} = 2673880000.$$

Sætter man Kobberets Modstand = 1, saa faaer man følgelig Nickelens Modstand =

6,82,

altsaa meget nær lig Jernets Modstand, som efter mine Forsøg er =

6.66

Efter Riess*) forholder sig Kobberets Modstand til Nickelens Modstand som

0.1552 : 1.180

eller som 1 : 7.60,

hvilket stemmer saa nær med mit Resultat som man ifølge Sagens Natur kan vente, naar man bemærker, hvilke betydelige Differentser man finder i de forskjellige Kobbersorters Ledningsmodstand. Riess anfører desuden, at han ikke garanterer for de undersøgte Metallers Reenhed.

*) *Die Lehre von der Reibungselektricitet* Bd. 1, S. 431.

Göttingen i April 1858.



Fig. I.

Fig. II.

Fig. V.

Fig. III.

Fig. IV.

Fig. VI.

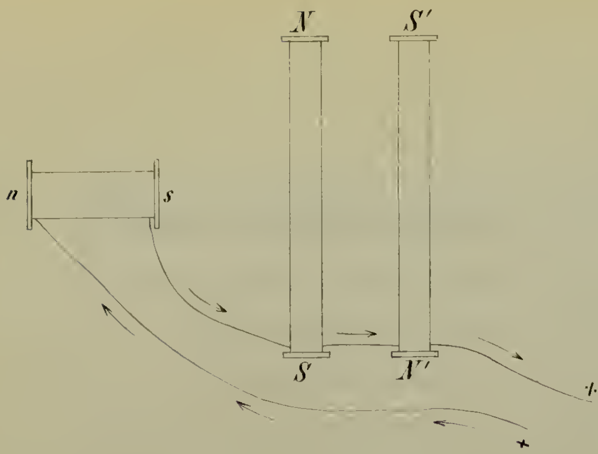


Fig. VII.

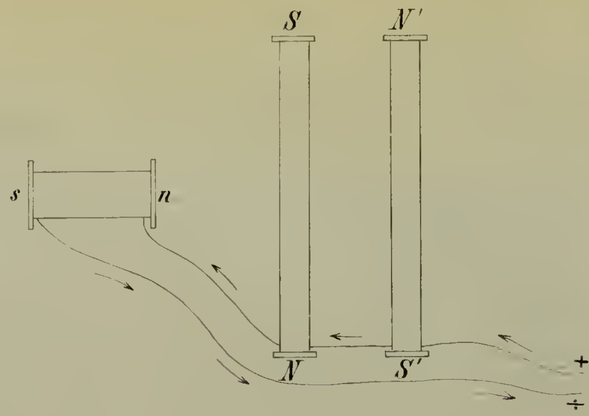
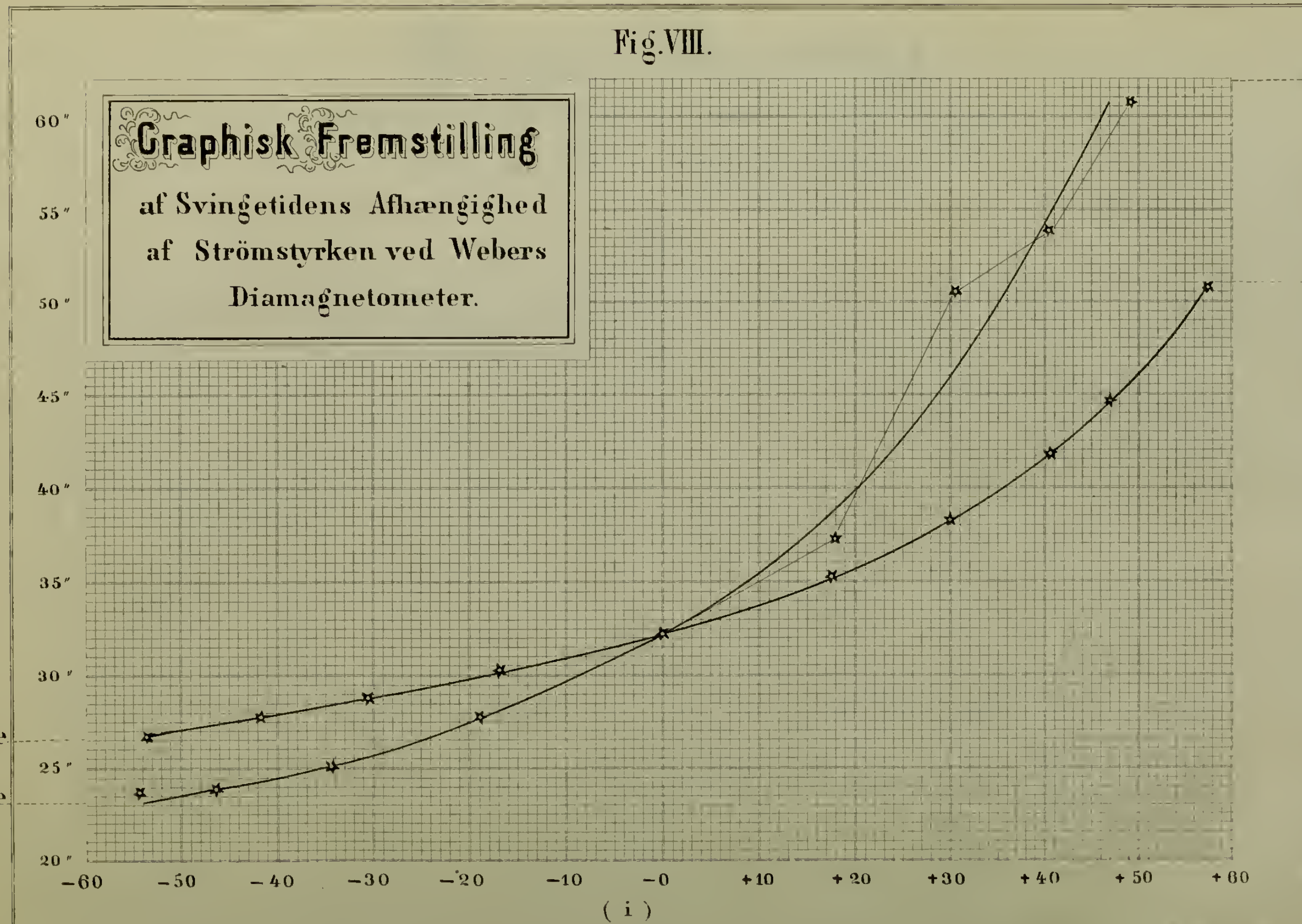


Fig. IX.


Fig. VIII.
Graphisk Fremstilling
af Svingetidens Afhængighed
af Strömstyrken ved Webers
Diamagnetometer.
60″
55″
50″
45″
40″
35″
30″
25″
20″
−60
−50
−40
−30
−20
−10
−0
+10
+20
+30
+40
+50
+60
(i)
uden Correctionsrul
med Correctionsr
med Correctionsrulle
uden Correctionsrulle

Graphisk Fremstilling

af den Lov, hvorefter Nickelens Magnetismus voxer med den magnetiserende Kraft.

